

Aus der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der
Veterinärmedizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin

Direktor: Prof. Dr. L. Felix Müller

"Glutamat - Oxalacetat - Transaminase (GOT),
Glutamat - Pyruvat - Transaminase (GPT) und
Sorbitdehydrogenase (SDH) im Serum und im Plasma
des Hundes vor und nach körperlicher Belastung"

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
DOKTORS DER VETERINÄRMEDIZIN
an der
FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

vorgelegt von
Friedrich W. Schulze
Tierarzt aus Stendal

Berlin 1967
Journal-Nr. 573

Aus der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der
Veterinärmedizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin

Direktor: Prof. Dr. L. Felix Müller

"Glutamat - Oxalacetat - Transaminase (GOT),
Glutamat - Pyruvat - Transaminase (GPT) und
Sorbitdehydrogenase (SDH) im Serum und im Plasma
des Hundes vor und nach körperlicher Belastung"

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
DOKTORS DER VETERINÄRMEDIZIN
an der
FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

vorgelegt von
Friedrich W. Schulze
Tierarzt aus Stendal

Berlin 1967
Journal-Nr. 573

Gedruckt mit Genehmigung
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin



Dekan:	Prof. Dr. G. Bergmann
Referent:	Prof. Dr. E. Lettow
Korreferent:	Prof. Dr. H. J. Heidrich

Tag der Promotion: 9. II. 1967

Inhaltsverzeichnis

Seite

I. Einleitung	3
II. Literatur	4
1. Lokalisation der GOT, GPT und SDH im Organismus	4
2. Lokalisation der Fermente in den Zellen	7
3. Austritt der Fermente aus den Zellen	8
4. Die Zellfermente im extrazellulären Raum	8
5. Fermentkonzentrationsanstiege im Serum bzw. Plasma nach körperlicher Belastung	9
a) Untersuchungen an Ratten	9
b) Untersuchungen an Pferden	11
c) Untersuchungen an Rindern	13
d) Untersuchungen an Schweinen	13
e) Untersuchungen an Hunden	13
f) Untersuchungen an Menschen	14
6. Untersuchungen zur Frage unterschiedlicher Enzymkonzentrationen in Serum und Plasma	16
III. Eigene Untersuchungen	18
1. Art der Belastung	18
2. Gewinnung des Untersuchungsmaterials	18
3. Untersuchungsmethoden	19
4. Ermittlung des methodischen Fehlers	21
5. Signifikanz-Berechnungen	22
6. Schwankungen der Serumaktivitäten innerhalb eines Tages	22
7. Serum- und Plasmaaktivitäten nach einstündigem Lauf über 8 km (Gruppe I)	24
8. Serum- und Plasmaaktivitäten nach zweistündigem Lauf über 16,5 km (Gruppe II)	24
9. Serum- und Plasma-Aktivität nach zehnminütigem Lauf über 6,66 km (40 km/h)	25
10. Serum- und Plasmaaktivitäten eines Hundes nach einem epileptiformen Anfall	26
11. Vergleichende Untersuchungen der Fermentaktivi- täten im Serum, Heparin-Plasma und Na-Citrat- Plasma	27

	Seite
IV. Diskussion	29
V. Zusammenfassung	36
VI. Literaturverzeichnis	38
VII. Tabellen I bis VII	44

I. Einleitung

Experimentelle Untersuchungen und Untersuchungen an Menschen, Pferden und Hunden haben gezeigt, daß sich nach körperlicher Belastung bei einer Reihe von Fermenten die Serumaktivitäten ändern.

Da sich die Bestimmung der Glutamat - Oxalacetat - Transaminase (GOT) -, der Glutamat - Pyruvat - Transaminase (GPT) - und der Sorbitdehydrogenase (SDH)-Aktivität für die Diagnose der Hepatopathien des Hundes bewährt hat, erscheint es wichtig, zu prüfen, ob die Serumaktivitäten dieser Fermente beim Hund auf diese Weise beeinflußt werden.

Des weiteren soll untersucht werden, ob bei der Bestimmung der GOT-, GPT- und SDH-Aktivitäten im Serum und Plasma mit unterschiedlichen Ergebnissen zu rechnen ist, wenn eine sichtbare Haemolyse fehlt. Dieser Frage nachzugehen erscheint insofern wichtig, als nach den Untersuchungen von SCHÜTZLER und SIEGERT (37) damit zu rechnen ist, daß beim Fehlen einer mit bloßem Auge feststellbaren Haemolyse, das Serum des Hundes im Mittel mehr Haemoglobin enthält als das Plasma, bei der Serumgewinnung also größere Mengen Erythrocyten zerstört werden als bei der des Plasmas.

II. Literatur

Bevor ich auf die Arbeiten eingehe, die sich mit den Auswirkungen körperlicher Belastung auf die Serumaktivitäten einiger Fermente beim Menschen und verschiedenen Säugetieren befassen, möchte ich aus der Fülle der Literatur nur einige Beobachtungen zu Fragekomplexen wiedergeben, die im Zusammenhang mit meinen eigenen Untersuchungen interessant erscheinen. Denn für das Verständnis der Vorgänge ist es wichtig, kurz auf die Lokalisation der Transaminasen und der Sorbitdehydrogenase in den verschiedenen Körpergeweben und auf die Lokalisation der Fermente in der Zelle einzugehen, ferner auf die Vorgänge hinzuweisen, die, soweit sie schon bekannt sind, zu einem Enzymaustritt aus der Zelle führen und die die Serumaktivitäten beeinflussen.

1. Lokalisation der GOT, GPT und SDH im Organismus

Als Biokatalysatoren bestimmen die Fermente den Ablauf aller Geschehnisse im intermediären Stoffwechsel, der sich hauptsächlich in den Zellen vollzieht. Deshalb ist der Hauptteil aller Fermente im intrazellulären Raum zu suchen. Die Zellen der Organe weisen unterschiedliche Fermentkonzentrationen auf, z.B. fanden CORNELIUS u. Mitarb. (6) in den einzelnen Organen verschiedener Tierarten folgende GOT- und GPT-Verteilung:

Tierart	Leber	Herz	Niere	Skelett- Muskel	Milz	Darm	Pan- kreas
Pferd	GOT 630	1461	333	842	36	114	1013
	GPT 11,7	30,7	80,5	10,2	0	0	18,7
Rind	GOT 563	1150	319	537	123	112	209
	GPT 4,7	105	13,2	53,6	5,5	0	47,4
Schwein	GOT 236	1630	337	521	-	-	-
	GPT 14,2	34,7	119	11,2	11,7	-	-
Hund	GOT 403	1310	409	951	106	193	201
	GPT 437	80	122	30	22	28	83
Huhn	GOT 632	1520	975	408	237	396	568
	GPT 30,5	0	178	0	4,2	35	74,9

(Milligramm Brenztraubensäure, die freigesetzt werden
in 20 Minuten bei $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ /mg Trockengewebe.)

Nach diesen Angaben ist in den Herzmuskelzellen die höchste GOT-Aktivität enthalten, weniger in der Skelettmuskulatur, in der Leber und den Nieren. Beim Hund weist die Skelettmuskulatur vergleichsweise hohe GOT-Konzentrationen auf.

Bei Betrachtung der GPT-Konzentrationsverteilung fällt der Unterschied zwischen Pferden und anderen Herbivoren einerseits und Hunden andererseits auf. Bei Hunden enthält die Leber große Mengen GPT, das Myocard und die Skelettmuskulatur geringere. Beim Pferd ist die GPT hauptsächlich im Myocard, in den Nieren und in der Skelettmuskulatur konzentriert, in der Leber hingegen nicht so sehr. GERBER (14) ermittelte beim Pferd folgende Organenzymaktivitäten, prozentual bezogen auf die Konzentration in der Skelettmuskulatur, die er gleich 100 setzte, weil diese von allen von ihm untersuchten Geweben die höchsten Fermentaktivitäten aufwies.

	<u>GOT</u>	<u>GPT</u>
Skelettmuskulatur	100 %	100 %
Myocard	59,1 %	39,2 %
Leber	62,4 %	20,1 %
Pankreas	41,2 %	15,9 %

Die Sorbitdehydrogenase ist nach den Untersuchungen von GERLACH (16) in den Organen des menschlichen Körpers wie folgt verteilt:

Leber	22,6	SDH-Einheiten nach Gerlach/mg Trocken-	
Prostata	8,5	"	substanz
Nieren	5,8	"	
Milz	2,0	"	
Testes	1,3	"	
re. Myocard	1,3	"	
li. Myocard	0,6	"	
Skelett-			
muskulatur	0,5	"	

SINDELAROVA und NEUMANN (38) fanden, daß die SDH-Konzentration auch beim Rind in der Leber am größten ist. Weit geringer ist der SDH-Gehalt der Nieren, des Pankreas, der Hoden, der Lunge, des Euters, der Milz und der Skelettmuskulatur.

Bei Ratten sah GERLACH (15) eine ähnliche Relation. HOFFMANN-OSTENHOF (18) konnte in den Lebern aller bisher untersuchten Säugetiere erhebliche SDH-Konzentrationen feststellen, während die anderen Organe wesentlich weniger SDH enthielten.

Im Rahmen dieser Untersuchungen ist es wichtig, sich zu vergegenwärtigen, daß auch die korpuskulären Elemente des Blutes über eine Enzymausstattung verfügen.

Nach MERTEN und ESS (27) enthalten die Erythrocyten größere Mengen an GOT, geringere an GPT und SDH. SCHMIDT und

und SCHMIDT (35) ermittelten in den Erythrocyten das Verhältnis:

$$\text{LDH} : \text{GOT} : \text{GPT} = 286 : 6 : 1.$$

Nach GERLACH (16) konnten im Haemolysat gewaschener Erythrocyten des Menschen keine wesentlichen SDH-Aktivitäten gemessen werden.

Die Leukocyten und die Thrombocyten sind ebenfalls reich an Enzymen (LÖHR, 22, LÜSCHER, 24).

Bei den bisher untersuchten Säugetieren einschließlich des Menschen ist es die Regel, daß beim gesunden Organismus die Fermentaktivitäten im Serum weit unter denen der verschiedenen Gewebe liegen.

2. Lokalisation der Fermente in den Zellen

In der Zelle selbst sind die Fermente an den Kern, an die Mitochondrien oder an andere Organellen gebunden oder sind im Cytoplasma gelöst. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß die Enzyme nur zum Teil an Zellelemente gebunden und zum Teil im Cytoplasma gelöst sind (36).

SCHMIDT und SCHMIDT (35) fanden bei ihren Untersuchungen am Menschen, daß in den Leberzellen etwa 40 % der GOT schwer extrahierbar im mitochondrialen Raum gebunden sind, während die GPT fast ausschließlich frei im Cytoplasma gelöst ist. Die SDH ist ausschließlich in den Mitochondrien enthalten.

Im Gegensatz zur Leber ist die GOT in den roten Blutkörperchen vollständig im löslichen Anteil der Zellen zu finden; im Stroma der Erythrocyten konnte die GOT nicht nachgewiesen werden (SCHMIDT und SCHMIDT (35)).

3. Austritt der Fermente aus den Zellen

Erstaunlich hoch ist der Konzentrationsgradient der Enzyme des energieliefernden Stoffwechsels zwischen zellulärem und extrazellulärem Raum. Die Retention der Enzyme in den Zellen stellt nach SCHMIDT und SCHMIDT (36) eine große Energieleistung derselben dar. Beeinträchtigung oder Überforderung des Energieaufkommens führt zu einem Enzymverlust der Zellen und zu einem Anstieg der Aktivität im Serum. Man weiß heute, daß entgegen früheren Ansichten ein vermehrter Enzymaustritt bei einigen Fermenten nicht nur bei einer ausgesprochenen Zellschädigung erfolgt, sondern allein auf Stoffwechselaktivierungen beruhen kann. Die normalerweise minimale Permeabilität der Zellmembran wird verändert, so daß die im Cytoplasma gelösten Enzyme in das Serum gelangen können.

Als Grund einer Zellmembranpermeabilitätsveränderung wird der Eingriff gewisser Faktoren in die aeroben Stoffwechselprozesse, namentlich die der Atmungskette, der Oxydation im Zitronensäurezyklus und der oxydativen Phosphatsynthese oder der ATP-Reaktion diskutiert. Bei Zellnekrosen können auch an submikroskopische Strukturen, besonders an Mitochondrien gebundene Enzyme den Übertritt ins Serum vollziehen.

4. Die Zellfermente im extrazellulären Raum

Sind die Fermente aus den Zellen ausgetreten, ist ihr weiteres Schicksal, insbesondere die Eliminierung, bei der Mehrzahl von ihnen noch weitgehend unbekannt.

Es konnte beobachtet werden, daß die Einstellung des Verteilungsgleichgewichts im extrazellulären Raum und die Elimination bei den verschiedenen Fermenten unterschiedliche Zeitspannen beanspruchen und daß hier große Speziesdifferenzen vorliegen.

Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, daß z.B. für die Einstellung des Verteilungsgleichgewichtes der Transaminasen im Serum des Kaninchens 78 - 80 sec erforderlich sind (AMELUNG (3)), beim Hund dagegen 6 - 8 Stunden (DUNN u. Mitarb. (10)).

Die Halbwertszeiten der Eliminationsgeschwindigkeiten betragen beim Kaninchen für die GOT 150 min, für die GPT 308 min (AMELUNG (3)), beim Hund jedoch für die GOT 12 Stunden, für die GPT 20 Stunden (REICHARD (30)).

FLEISHER und WAKIM (11) injizierten Hunden u.a. GOT und GPT und fanden, daß nach 24 Stunden die GOT zu 97 %, die GPT nur zu 58 % eliminiert war.

AMELUNG u. Mitarb. (2) diskutierten als Wege des Fermentabbaus:

- I. den intra- oder extravasalen Abbau bzw. die Inaktivierung;
- II. die Wiederaufnahme des Fermentproteins in aktiver Form durch die Zelle;
- III. die Eliminierung der Enzyme durch die Leber oder Niere.

Wie der Abbau der Fermente im einzelnen erfolgt, ist nicht bekannt. GERBER (14) vermutet, daß er bis zur Stufe der Aminosäuren geht und im Gegensatz zu den Albuminen extrazellulär und intravasal erfolgt. Die aktive Aufnahme von Enzymen in die umliegenden Zellen wird diskutiert, bei intakter Zellmembran erscheint diese Möglichkeit jedoch fraglich. Die Exkretion über die Niere ist dann nicht wahrscheinlich, wenn ihr Molekular-Gewicht über 100.000 beträgt.

5. Fermentkonzentrationsanstiege im Serum bzw. Plasma nach körperlicher Belastung

a) Untersuchungen an Ratten

Um im Experiment zu ermitteln, inwieweit durch körperliche Belastung eine Aktivitätssteigerung der Serumfermente zu erreichen ist, ließen ALTLAND und HIGHMAN (1) Ratten in rotierenden Trommeln von 48 cm Durchmesser bei einer

Geschwindigkeit von 6,9 m/min 16 Stunden lang laufen. Sie gewährten den Ratten halbstündlich eine Pause von 5 Minuten. Nach Abschluß dieser Belastung hatten die Tiere 13 % ihres Körpergewichts verloren. Die GOT- und GPT-Aktivität war um das 2- bis 6-fache der Norm gestiegen. Die pathologisch-histologische Untersuchung der Ratten zeigte, daß in einigen Organen erhebliche Veränderungen eingetreten waren. So zeigten z.B. einige Tiere in der Skelettmuskulatur Entzündungsherde und sogar Muskelnekrosen. Bei allen Tieren fand man in der quergestreiften Muskulatur, in der Leber und den Nieren erhebliche Fetteinlagerungen in Form feinsten Tröpfchen. Lediglich im Myocard und in den Nebennieren waren diese Einlagerungen gering. Der Glykogengehalt aller untersuchten Organe war stark abgesunken.

GARBUS u. Mitarb. (12) wiederholten den Versuch mit Gruppen von trainierten und nicht trainierten Ratten. Sie fanden auch hier nach 16-stündigem Lauf einen deutlichen Anstieg der GOT- und GPT-Aktivität im Serum, wenngleich die trainierten Tiere, die sie 21 Tage lang täglich 6 Stunden hatten laufen lassen, nicht einen solchen Aktivitätsanstieg der GOT und GPT zeigten, wie es bei den nichttrainierten der Fall war.

CRITZ (9) untersuchte das Verhalten der GOT im Serum von Ratten bei körperlicher Belastung, indem er seine Versuchstiere schwimmen ließ. Er konnte nach einminütigem Schwimmen einen signifikanten Abfall der GOT-Aktivität feststellen. Nach 5 Minuten lag die Aktivität deutlich über dem Ruhewert. Zwischen 10 und 15 Minuten bewegte sie sich um den Ruhewert, um dann nach 30, 60 und 120 Minuten gegenüber der Norm signifikant erhöht zu sein.

KUSCH (19) ließ Ratten bei Zimmertemperatur 4 Stunden lang schwimmen. Er konnte nach Beendigung des Versuchs kein Abweichen der GOT-Aktivitäten von der Norm feststellen.

Auch SANGSTER und BEATON (33) untersuchten das Verhalten der GPT im Plasma (Heparin) nach körperlicher Belastung bei Ratten. Sie ließen die Tiere 2 Stunden in Wasser von 28° - 30°C schwimmen. Weder durch einmaliges noch durch wiederholtes (Training) Schwimmen ließ sich ein Anstieg der GPT-Konzentration im Plasma provozieren.

b) Untersuchungen an Pferden

Bei Rennpferden wurden Untersuchungen bezüglich einer Fermentaktivitätserhöhung durch Muskelarbeit u.a. von CARDINET u. Mitarb. (5) durchgeführt. Sie konnten bei Sportpferden, die 1962 auf das Wofford Cup Three Day Event vorbereitet wurden, die GOT-Aktivitäten im Serum messen. Sie verfolgten das Training der Tiere über 100 Tage und nahmen am 29., 43., 68., 84. und 100 Tag die Blutproben. Zu Beginn der Belastung fielen die Enzymkonzentrationen im Serum ab. Im Verlauf des Trainings jedoch und schließlich nach dem Rennen, das über 14,75 Meilen ging, waren deutliche Erhöhungen der GOT-Aktivität zu messen.

CORNELIUS u. Mitarb. (7) untersuchten das GOT-Niveau im Serum von Rennpferden in der Ruhe, während des Trainings auf der Rennbahn und bei Schwimmübungen. Dabei kamen sie zu folgenden Ergebnissen:

Pferde, die einem täglichen Training auf der Rennbahn unterzogen wurden, wiesen durchschnittlich eine 2-fach höhere GOT-Konzentration im Serum auf als Tiere, die nicht im Training standen.

Auch Schwimmen, das stufenweise von 2 Minuten auf 25 Minuten ausgedehnt wurde, ließ die GOT-Aktivitäten ca. auf das 3-fache ansteigen. Bei einigen untrainierten Pferden wurde sogar die 6-fache GOT-Konzentration gemessen.

CORNELIUS ermittelte folgende Werte:

Pferde in der Ruhe	186 ± 52	GOT-Sigma-Frankel-Einheiten/ml
Pferde im Training	346 ± 157	GOT-Sigma-Frankel-Einheiten/ml
Pferde nach dem Schwimmen	631 ± 367	GOT-Sigma-Frankel-Einheiten/ml
Pferde mit klinisch feststellbaren Myopathien	6430 ± 6920	GOT-Sigma-Frankel-Einheiten/ml

Die von GERSER (18) untersuchten Pferde, die 10 Tage keine Arbeit geleistet hatten, hatten eine durchschnittliche SGOT-Aktivität von 70 I.U./ml, während Pferde, die täglich arbeiteten, 112 I.U./ml im Mittel aufwiesen.

Auch VLLRICH (40) beschäftigte sich mit der Frage des Aktivitätsanstiegs der Transaminasen im Serum der Pferde. Er longierte eine Stute und stellte nach 5 Minuten einen Aktivitätszuwachs für die GOT von 20 Wroblewski-Einheiten/ml, nach weiteren 5 Minuten einen abermaligen Zuwachs von 40 WE/ml und nach insgesamt 10 Minuten Trab eine um 60 WE/ml über dem Ausgangswert liegende SGOT-Aktivität fest. Als er jetzt noch 5 Minuten scharfen Galopp einlegte, erreichte er eine weitere Steigerung von 30 WE/ml.

Nach 25 Minuten Ruhe konnte er einen Abfall der GOT-Konzentration von 40 WE/ml unter den Gipfelwert messen.

VLLRICH (40) führte auch Messungen vor und nach einem Trabrennen über 3500 m durch. Sie ergaben im Durchschnitt einen Zuwachs der SGOT-Konzentration von 100 WE/ml. Die SGPT-Aktivität stieg um 4 WE/ml an, also nur geringgradig. Diese Rennen fanden bei nur 2°C Außentemperatur im dichten Nebel statt. Die Schweißabgabe war erheblich, dadurch stieg der Serumspiegel des Gesamteiweißes infolge der Bluteindickung stark an.

c) Untersuchungen an Rindern

Bei Rindern sind ähnliche Untersuchungen nur bezüglich der Serum-Lactatdehydrogenase (LDH) von PRANGE u. Mitarb. (29) durchgeführt worden. Die LDH-Aktivität im Serum von Schlachtrindern steigt durch die Belastung des Auftriebs und des Transportes zum Schlachthof signifikant an. Dabei war eine Relation zwischen der LDH-Konzentration im Serum und der Länge bzw. der Dauer des Transports, dem Alter der Tiere und der Ruhezeit nach dem Transport zu erkennen.

d) Untersuchungen an Schweinen

MANZ (25) kam zu gleichen Ergebnissen bei der Untersuchung der LDH-Aktivität im Serum von Schlachtschweinen. Auch bei diesen bewirkt der Marktauftrieb bzw. der Transport ins Schlachthaus einen Anstieg der LDH-Konzentration.

e) Untersuchungen an Hunden

BEDRAK (4) ging 1965 der Frage nach, inwieweit beim Hund mit Konzentrationsänderungen der Serumenzyme durch Hitze- einwirkung und durch körperliche Belastung zu rechnen ist. Er ließ 11 Hunde 2 Stunden lang in einer Tretmühle mit einer Geschwindigkeit von 4 km/h auf einer Steigung von 8 % laufen. Die Umgebungstemperatur betrug einmal 18° - 25° C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 35 - 60 %, in einer anderen Versuchsreihe 37° - 42° C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 30 - 50 %.

BEDRAK bestimmte das Verhalten der Glutamat-Oxalacetat-Transaminase, Glutamat-Pyruvat-Transaminase, Lactatdehydrogenase, Phosphohexoisomerase, der sauren Phosphatase, der alkalischen Phosphatase, der Aldolase und der Lipase.

Das Kollektiv der Versuchstiere bestand aus zunächst nicht akklimatisierten Hunden, die 2 Stunden bei 18 - 25° C in der Tretmühle laufen mußten. Anschließend hatten sie 2 - 3 Wochen Ruhe. Danach wurden sie 2 Stunden der Hitze von 37 - 42° C ausgesetzt, worauf wieder eine Ruhepause von 2 - 3 Wochen folgte. Beim dritten Versuch mußten die Hunde bei diesen Temperaturen 2 Stunden lang in der Tretmühle laufen.

Um die Tiere an die Hitze zu gewöhnen, ließ man sie 14 Tage lang täglich zwei Stunden bei einer Temperatur von 37 - 42° C in der Tretmühle laufen. Nach diesen 14 Tagen galten die Hunde als akklimatisiert, und sie wurden nochmals den schon beschriebenen Versuchen unterworfen.

Bei allen Tieren stiegen unter diesen verschiedenen Versuchsbedingungen alle Serum-Fermentaktivitäten an. Signifikante Erhöhungen bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 99 % zeigten die GOT und bei einer solchen von 95 % die GPT und die PHI.

Die Veränderungen der Enzymaktivitäten waren bei den akklimatisierten Tieren im allgemeinen geringer als bei den nicht akklimatisierten.

SCHLEICHER (34) führte 6 Hunde 30 Minuten im Dauerlauf an der Leine und 2 Hunde liefen 10 Minuten lang bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h vor oder hinter einem Auto her. Er ermittelte nach diesen Belastungen einen signifikanten Anstieg der Serum-Aldolase-Aktivitäten von durchschnittlich 28 %.

f) Untersuchungen an Menschen

Auch in der Humanmedizin sind Untersuchungen im Hinblick auf eine Fermentaktivitätsänderung durch körperliche Belastung ausgeführt worden.

LOLL u. Mitarb. (23) ließen 31 Patienten am Ergometer 5 Minuten eine Leistung von 100 Watt vollbringen. Sie untersuchten nebst einigen Substraten die GOT, ALD und LDH. Es waren signifikante Anstiege der Serumaktivitäten feststellbar.

VETTER u. Mitarb. (41) belasteten 8 Probanden am Fahrradergometer mit 200 Watt 20 Minuten lang. Sie fanden direkt im Anschluß an die anstrengende Arbeit einen Abfall der von ihnen untersuchten GOT, GPT, ALD und LDH. Mehrere Personen wiesen 30 bzw. 60 Minuten nach Beendigung der Belastung erhöhte Enzymkonzentrationen auf. Nach spätestens 2 1/2 Stunden waren die Ausgangswerte wieder erreicht.

CRITZ und MERRICK (8) unterwarfen ihre Versuchspersonen, aufgeteilt in Trainierte und Untrainierte, dem Harvard-Step-Test. Sie ermittelten bei den Untrainierten einen signifikanten Abfall der Serum-GOT-Aktivität, während sich die Werte bei den Trainierten nicht wesentlich veränderten.

RICHTER und KONITZER (31) untersuchten die Aldolaseaktivität im Serum von 15 Männern (Geübte und Ungeübte), die sie am Fahrradergometer mit 180 - 200 Watt 5 Minuten lang belasteten. Bei den Ungeübten trat nach 5 Minuten ein Anstieg der Aldolaseaktivität ein. Nach weiteren 5 Minuten war der Ausgangswert wieder erreicht, in der Erholungsphase zeigten sich noch einmal erhöhte ALD-Aktivitäten. Bei den Trainierten war nach 5 min ein deutlicher Abfall der ALD-Konzentration zu verzeichnen.

RICHTERICH u. Mitarb. (32) untersuchten vergleichend die GOT- und GPT-Aktivitäten bei Infanterie-Rekruten und Zivilpersonen und fanden eine deutliche Erhöhung bei den Rekruten nicht nur gegenüber Zivilisten, sondern auch gegenüber den Serumaktivitäten von Rekruten motorisierter Verbände.

OTTO u. Mitarb. (28) konnten bei Personen, die vor der Untersuchung noch in der Landwirtschaft bzw. im Haushalt gearbeitet und dann den Weg in die Klinik gemacht hatten, gegenüber anderen, die in der Klinik wohnten bzw. nur eine kurze Fahrt im eigenen Wagen ohne wesentliche Arbeit hinter sich hatten, eine deutliche Erhöhung der GOT-, GPT- und LDH-Werte ermitteln.

Sie untersuchten auch das Serum von Probanden, die sie an einem Fahrradergometer belasteten und sahen, daß bei der Mehrzahl der Personen anfangs ein Abfall der GOT- und GPT-Aktivitäten eintrat. Jedoch nach zweistündiger Arbeit war der Serumferment Spiegel deutlich angestiegen. Auch nach fünfstündigem Belasten waren die GOT-, GPT- und LDH-Konzentrationen deutlich erhöht.

6. Untersuchungen zur Frage unterschiedlicher Enzymkonzentrationen in Serum und Plasma

SOLBACH u. Mitarb. (39) führten vergleichende Messungen im Serum und Plasma (3,8 % Na-Citrat) von 115 Menschen durch. Dabei konnten sie weit höhere Fermentkonzentrationen im Serum als im Plasma feststellen. Für die Transaminasen ermittelten sie im Durchschnitt eine um 17 - 25 % höhere Aktivität im Serum. Für die LDH, MDH und ALD lagen die Konzentrationen im Serum sogar bis zu 81 % über den Plasmapwerten.

SOLBACH u. Mitarb. (39) diskutierten folgendes:

Da sich Plasma und Serum nur durch den Vorgang der Blutgerinnung unterscheiden, ist es naheliegend, anzunehmen, daß es dabei zu einer Ausschüttung von Enzymen aus den Zellen ins Serum kommt und zwar in dem Maße, wie beim Gerinnungsvorgang zelluläre Elemente des Blutes geschädigt werden.

Inwieweit es bei einer Hämolyse zum Austritt von Fermenten aus den Blutkörperchen kommt, ist wiederholt untersucht worden (43). WÜRZNER (43) prüfte den Einfluß der Haemolyse auf die LDH-Aktivität im Hundeserum und konnte feststellen,

daß mit zunehmendem Hämoglobingehalt höhere LDH-Aktivitäten zu messen sind. Seine Untersuchungen unterstreichen die schon wiederholt gemachte Beobachtung, daß haemolytisches Serum für die LDH-Bestimmung nicht geeignet ist.

GÜRTLER und RICHTER (17) führten vergleichende Bestimmungen der GOT-Aktivitäten im Serum und Plasma bei Pferden, Rindern und Schweinen durch und fanden durchweg etwas geringere Aktivitäten im Plasma.

SCHÜTZLER und SIEGERT (37) bestimmten den Hämoglobingehalt im nicht sichtbar hämolytischen Serum und im nicht sichtbar hämolytischen Plasma gleicher Blutproben von Pferden und Hunden mit einer Mikromethode (CROSBY und FURTH). Es ergaben sich folgende Unterschiede beim Hund:

Plasma	23,1 ±	9,6	γ/ml Hämoglobin
Serum	140,6 ±	64,5	γ/ml Hämoglobin

Die gleichzeitig untersuchten Aktivitäten der LDH ergaben im

Plasma	0,70 ±	0,14	Bücher-E./ml
Serum	1,73 ±	0,55	" " "

SCHÜTZLER und SIEGERT (37) empfehlen auf Grund dieser Ergebnisse statt Serum Plasma zu verwenden.

III. Eigene Untersuchungen

1. Art der Belastung

Meine Untersuchungen führte ich an 2 Gruppen von Hunden aus: Gruppe I bestand aus 30, Gruppe II aus 10 Tieren, wobei einige Hunde in beiden Gruppen vertreten waren (Tabellen I + II):

In die Gruppe I nahm ich bewußt Tiere hinein, bei denen der Verdacht auf eine innere Erkrankung gegeben war. Es erschien interessant, wie diese Fälle auf die körperliche Belastung reagieren würden.

Mit den Hunden der Gruppe I, die ich an einer zwei Meter langen Leine führte, lief ich im 8 km/h-Tempo abseits der großen Wege eine Stunde lang durch den Wald. Anfängliche Versuche, die Hunde am Fahrrad einherlaufen zu lassen, mußten aufgegeben werden, denn die meisten Tiere waren nicht daran gewöhnt, so geführt zu werden.

Die Tiere der Gruppe II führte ich zwei Stunden lang im 8,25 km/h-Tempo durch den Wald.

Einen Hund ließen wir 10 Minuten bei einer Geschwindigkeit von 40 km/h neben dem Auto seines Herrn laufen. Er legte in dieser Zeit eine Strecke von 6,66 km zurück.

2. Gewinnung des Untersuchungsmaterials

Das Blut entnahm ich vor und nach der Belastung aus der Vena cephalica antebrachii, und zwar

10 ml zur Serumgewinnung

10 ml zur Plasmagewinnung in Röhrchen mit Heparin⁺) und

8 ml zur Gewinnung von Plasma in Röhrchen mit 2 ml

3,8%igem Na-Citrat.

*(Die Tabellen befinden sich am Schluß der Arbeit)

+) (Heparin-Natrium, pyogenfrei, Nordmark Werke GmbH Hamburg, Werk Uetersen/Holst. 151 E/mg nach USP XVI, Nr. P.534-35).

Um eine Haemolyse nach Möglichkeit zu verhindern, wurde das Blut mit einer weitleumigen, innen polierten Injektionskanüle aus nichtrostendem V2A-Stahl entnommen und direkt in silikonisierte Zentrifugenröhrchen aufgefangen. Hierdurch erübrigte sich ein späteres Umgießen.

Diese Proben wurden anschließend bei 3000 U/min 20 Minuten lang zentrifugiert, darauf mittels einer Pipette das Serum bzw. Plasma abgehebert. Diese Proben blieben bis zur Untersuchung nach ca. 3 Stunden bei $+4^{\circ}\text{C}$ im Kühlschrank.

Die Hunde waren nüchtern, da bei gefütterten Tieren das Serum häufig lipämisch und damit unbrauchbar war.

Die benutzten Glasgeräte wurden sofort nach Gebrauch in "Haemo-Sol"-Lsg. der Fa. Merz und Dade AG, Bern 18, gelegt, dann mittels einer Wasserstrahlpumpe "Haemo-Sol"-Lösung durch die Pipetten gesaugt, bzw. die Röhrchen mit Bürsten gereinigt und dreimal mit Leitungswasser und zweimal mit Aqua dest. gespült. Anschließend wurden die Geräte im Trockenschrank bei $+140^{\circ}\text{C}$ über ca. 6 Stunden während der Nacht getrocknet.

Küvetten und Pipetten wurden bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Die Temperaturkonstanz des zur Inkubation benötigten Wasserbades gewährleistet ein Thermostat.

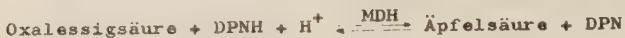
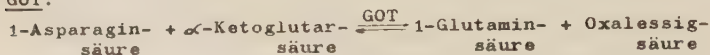
3. Untersuchungsmethoden

Beide Transaminasen und die Sorbitdehydrogenase bestimmte ich mit den "Biochemica-Test-Combinationen" der C.F. Boehringer und Soehne GmbH Mannheim in der Ausführung als UV-Test. Diese Testkombinationen arbeiten nach dem Prinzip des optischen Tests:

Es dient reduziertes Diphosphopyridinnukleotid ($\text{DPNH} + \text{H}^{+}$), daß zu Diphosphopyridinnukleotid (DPN) oxydiert wird, als Meßgröße. Das $\text{DPNH} + \text{H}^{+}$ weist im ultravioletten Licht mit einer Wellenlänge von $366\text{ m}\mu$ ein charakteristisches Absorptionsspektrum auf. Die Extinktion nimmt entsprechend der Oxydation von $\text{DPNH} + \text{H}^{+}$ zu DPN ab.

Im einzelnen werden folgende Reaktionen katalysiert:

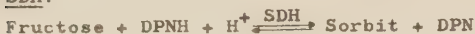
GOT:



GPT:



SDH:



Zur Untersuchung des Serums bzw. Plasmas benutzte ich das Photometer "Elko II" der Fa. Zeiss, Oberkochen mit dem Filter S 38 E, das aus dem Spektrum der Quecksilberlampe die Liniengruppe 365 - 366 mμ isoliert.

Die Extinktionen habe ich im Abstand von 2 Minuten während einer Gesamtmeßzeit von 10 Minuten abgelesen. Aus diesen fünf Meßwerten errechnete ich den Mittelwert.

Diesen Mittelwert der Extinktionen habe ich für die statistische Berechnung des Materials benutzt. Nur in einigen Fällen, wo es darauf ankam, die Ergebnisse anschaulicher wiederzugeben, habe ich die Umrechnung in Büchereinheiten durchgeführt, die nach den in der Testanleitung angegebenen Formeln erfolgte.

Für die GOT:

$$\text{Extinktion } \Delta E \frac{366}{1 \text{ min}} \cdot 3780 \cdot 0,0265 = \text{Einheiten/ml nach} \\ \text{Bücher.}$$

Da mir zu meinen Untersuchungen im Gegensatz zu der Testanleitung nur Küvetten mit einer Schichtdicke von 0,5 cm zur Verfügung standen, muß ich den so errechneten Wert noch mit 2 multiplizieren, dies gilt auch für die GPT und SDH, die im übrigen nach folgenden Formeln berechnet wurden:

Für die GPT:

$$\Delta E \frac{366}{1 \text{ min}} \cdot 1890 \cdot 0,0265 = \text{Einheiten/ml Serum nach Bücher.}$$

Für die SDH:

$$\Delta E \frac{366}{10 \text{ min}} \cdot 100 \cdot 0,05 = \text{Einheiten/ml Serum nach Bücher.}$$

Die im Na-Citrat-Plasma bestimmten Werte habe ich unter Berücksichtigung der durch die Na-Citrat-Lösung bedingten Verdünnung mit 1,25 multipliziert.

4. Ermittlung des methodischen Fehlers

Zur Ermittlung des durch Wägungs-, Pipettier- und Ablesefehler, durch apparat- und temperaturbedingte Schwankungen entstehenden methodischen Fehlers wurden 5 Messungen an ein und demselben Serum unter gleichen Bedingungen durchgeführt. Aus der Streuung der so gewonnenen Werte läßt sich nach folgender Formel der methodische Fehler errechnen:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right)}$$

Das Serum zur Ermittlung des methodischen Fehlers entnahm ich einem 4-jährigen SH-Rüden, der wegen einer Parese der Nachhand als Folge einer Staupe in der Klinik stationär behandelt wurde.

Die Berechnungen ergaben einen methodischen Fehler für

die GOT: $v = \pm 4,6 \%$

die GPT: $v = \pm 2,45 \%$

die SDH: $v = \pm 1,8 \%$

5. Signifikanz-Berechnungen

Die unterschiedlichen Untersuchungsergebnisse, die sich vor und nach der Belastung einerseits und zwischen Serum und Plasma andererseits ergaben, wurden auf statistische Sicherheit hin geprüft. Dies erfolgte derart, daß ich zunächst die Differenz (d_i), die sich zwischen den zwei Werten ergab, bildete. (d_i) wurde zu (d_i)² quadriert. Daraus errechnete ich die Streuung der einzelnen Differenzen nach der Formel:

$$s_d^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \left(\sum d_i^2 - \frac{(\sum d_i)^2}{n} \right)$$

Die Summe der einzelnen Differenzen (d_i) dividiert durch die Anzahl der Messungen (n) ergibt den Mittelwert ($\bar{d}$).

Die Standardabweichung $s_d = \sqrt{s_d^2}$ ist Ausgangspunkt für die Berechnung der statistischen Sicherheit mittels des "t-Testes".

Danach ist
$$t = \frac{|\bar{d}|}{s_d} \cdot \sqrt{n}$$

Ist der Wert $t < t_g$ ($s = 95\%$), so ist die Abweichung zufällig. Ist der Wert t_g ($s = 95\%$) $\leq t \leq t_g$ ($s = 99\%$), so liegt die Vermutung nahe, daß sich beide Werte unterscheiden. Man wird zur sicheren Beurteilung beide Messungen wiederholen.

Ist $t > t_g$ ($s = 99\%$), so ist der Unterschied zwischen beiden Meßreihen statistisch gesichert.

Die Werte t_g ($s = 95\%$), ($n = 30$) = 2,05

t_g ($s = 99\%$), ($n = 30$) = 2,76

t_g ($s = 95\%$), ($n = 10$) = 2,26

t_g ($s = 99\%$), ($n = 10$) = 3,25

entnahm ich einer Tabelle aus dem DIN-Entwurf 55302.

6. Schwankungen der Serumaktivitäten innerhalb eines Tages

Neben der Bestimmung des eigenen methodischen Fehlers erschien es mir für meine Untersuchungen wichtig zu prüfen, ob sich die Serumaktivitäten im Laufe eines Tages verändern können.

Es wurden von 5 Hunden jeweils um 8⁰⁰, 10³⁰, 13⁰⁰ und 15³⁰ Uhr Blutproben genommen und folgende mittlere Serumaktivitäten der GOT, GPT und SDH festgestellt, die in Bücher-Einheiten/ml angegeben sind. (Berechnung s. Tabelle IV (1-7)).

Bücher-E/ml	GOT	GPT	SDH
8 ⁰⁰ Uhr	0,488	0,570	0,082
10 ³⁰ "	0,468	0,522	0,064
13 ⁰⁰ "	0,428	0,460	0,056
15 ³⁰ "	0,452	0,500	0,058

Die statistische Auswertung ergibt, daß die Unterschiede der Enzymkonzentrationen zwischen 8⁰⁰ und 10³⁰ Uhr zufällig sind. Die GPT im Serum der 10³⁰ Uhr-Probe ist gegenüber der 8⁰⁰ Uhr-Probe erniedrigt. Auf Grund der Berechnungen nach dem t-Test liegt die Vermutung nahe, daß sich beide Werte auch statistisch voneinander unterscheiden. Man müßte noch weitere Untersuchungen anstellen. Die Unterschiede der GPT- und der SDH-Aktivitäten, die zwischen der 8⁰⁰Uhr-Probe und der 13⁰⁰ Uhr-Probe festgestellt wurden, sind statistisch gesichert.

VETTER u. Mitarb. (41) beobachteten beim Menschen, daß die Konzentration der ALD, LDH, MDH und GOT während des Tages leicht abfiel, statistisch waren jedoch keine Unterschiede festzustellen. Auch MASSARRAT konnte keine signifikanten Unterschiede feststellen.

WÜRZNER (43), der an fünf verschiedenen Hunden zu verschiedenen Tageszeiten die Serumaktivitäten für die beiden Transaminasen bestimmte, sagt, daß die Tageszeiten unberücksichtigt bleiben können. Seine Meßwerte gibt er nicht an.

7. Serum- und Plasmaaktivitäten nach einstündigem Lauf über 8 km (Gruppe I)

Die folgende Tabelle gibt die Mittelwerte und die Vertrauensbereiche der Mittelwerte wieder, die sich aus den einzelnen Messungen vor und nach einstündiger Belastung bei 30 Hunden ergeben.

Die Werte sind in Bücher-Einheiten angegeben.

(Berechnungen s. Tab. V (1-9)).

Bücher-Einheiten pro ml	G O T		G P T		S D H	
	vor d. Belast.	danach	vor d. Belast.	danach	vor d. Belast.	danach
Serum	0,5432 ±0,0608	0,5512	0,762 ±0,061	0,759	0,101 ±0,027	0,1003
Plasma (Heparin)	0,4966 ±0,0483	0,584	0,7373 ±0,0523	0,751	0,087 ±0,031	0,097
Plasma (Na-Citrat)	0,412 ±0,055	0,464	0,596 ±0,050	0,591	0,0593 ±0,0175	0,0613

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß die Werte mit Ausnahme der der GOT im Heparin-Plasma innerhalb des Vertrauensbereiches des Mittelwertes liegen. Die statistische Auswertung zeigt, daß sich die Aktivitäten der GOT im Plasma (Heparin) signifikant von einander unterscheiden.

Daraus ergibt sich, daß die von mir gewählte Art der Belastung nicht zu Aktivitätsveränderungen der GOT, GPT und SDH im Serum und Na-Citrat-Plasma führte.

8. Serum und Plasmaaktivitäten nach zweistündigem Lauf über 16,5 km (Gruppe II)

Die Mittelwerte und die Vertrauensbereiche der Mittelwerte, die sich aus den einzelnen Messungen vor und nach zweistündiger Belastung bei 10 Hunden ergeben, finden sich in folgender Aufstellung:

(Berechnungen s. Tabelle VI (1-9)).

Bücher-Einheiten pro ml	G O T		G P T		S D H	
	vor d. Belast.	danach	vor d. Belast.	danach	vor d. Belast.	danach
Serum	0,454 ±0,062	0,476	0,362 ±0,089	0,332	0,067 ±0,021	0,061
Plasma (Heparin)	0,414 ±0,047	0,478	0,340 ±0,078	0,280	0,069 ±0,027	0,058
Plasma (Na-Citrat)	0,316 ±0,059	0,322	0,226 ±0,037	0,202	0,049 ±0,020	0,031

Auch in dieser Gruppe ist es so, daß sich die GOT-, GPT- und SDH-Aktivitäten nach der Belastung nicht signifikant geändert haben.

Einen statistisch gesicherten Anstieg zeigt aber auch hier wieder die GOT-Aktivität im Heparin-Plasma.

9. Serum- und Plasma-Aktivität nach zehnminütigem Lauf über 6,66 km (40 km/h)

Um zu ermitteln, ob eine anders geartete Belastung, nämlich ein schnellerer Lauf über eine kürzere Zeit, Veränderungen der Enzymaktivitäten herbeizuführen vermag, ließen wir einen Deutschen Vorstehhund neben dem Auto seines Herrn bei einer Geschwindigkeit von 40 km/h 10 Minuten einharlaufen. Dabei bewältigte das Tier eine Strecke von 6,66 km.

Die folgende Tabelle gibt die gemessenen Werte in Bücher-einheiten wieder:

Bücher-Einheiten pro ml	G O T		G P T		S D H	
	vor d. Belast.	danach	vor d. Belast.	danach	vor d. Belast.	danach
Serum	0,44	0,52	0,43	0,44	0,05	0,04
Plasma (Heparin)	0,38	0,52	0,43	0,43	0,07	0,04
Plasma (Na-Citrat)	0,36	0,32	0,36	0,33	0,03	0,05

Es zeigt sich, daß es lediglich zu einer GOT-Aktivitäts-
erhöhung kam.

10. Serum- und Plasma-Aktivitäten eines Hundes nach einem epileptiformen Anfall

In dem Kollektiv klinikeigener Hunde befand sich eine
ca. 4 Jahre alte Schäferhündin, die am Schluß des zweistün-
digen Dauerlaufs, d.h. nach 16,5 km mit epileptiformen
Krämpfen zusammenbrach. Sie blieb auf der Straße ca.
2 Minuten mit krampfartigen Zuckungen liegen. Während
dieser Zeit war das Tier nicht ansprechbar. Danach erholte
es sich, und wir konnten die restlichen 50 Meter bis zur
Klinik im Laufschrift zurücklegen. Bei dieser Hündin, die
wegen dieses epileptiformen Anfalls nicht in die Gruppe II
aufgenommen wurde, wurden die folgenden Aktivitäten be-
stimmt:

Bücher-Einheiten pro ml	G O T		G P T		S D H	
	vor d. Belast.	danach	vor d. Belast.	danach	vor d. Belast.	danach
Serum	0,58	1,50	0,51	0,14	0,03	0,09
Plasma (Heparin)	0,58	1,54	0,44	0,10	0,09	0,12
Plasma (Na-Citrat)	0,36	1,02	0,27	0,12	0,07	0,09

Auffallend ist der eindeutige Aktivitätsanstieg der GOT sowohl im Serum als auch im Heparin- und Na-Citrat-Plasma. Gleichfalls erhöht sind die SDH-Aktivitäten, insbesondere im Serum. Die GPT zeigt dagegen einen deutlichen Abfall ihrer Konzentration.

11. Vergleichende Untersuchungen der Fermentaktivitäten im Serum, Heparin-Plasma und Na-Citrat-Plasma

Da von den 40 den verschiedenen Belastungen ausgesetzten Hunden in jedem Falle Serum, Heparin-Plasma und Na-Citrat-Plasma untersucht wurde, können die Ergebnisse auch im Hinblick auf etwaige Unterschiede der Fermentaktivitäten im Serum und Plasma ausgewertet werden.

Es ergaben sich die in folgender Tabelle zusammengestellten Mittelwerte: (Berechnungen s. Tabelle VII (1-6 a))

Bücher-Einheiten pro ml	G O T	G P T	S D H
Serum	0,526 (100 %)	0,657 (100 %)	0,091 (100 %)
Plasma (Heparin)	0,501 (96,1 %)	0,640 (96,9 %)	0,087 (95,6 %)
Plasma (Na-Citrat)	0,509 (96,1 %)	0,629 (94,6 %)	0,070 (76,9 %)

Um die Unterschiede deutlicher zu machen, habe ich die jeweils höchste mittlere Fermentaktivität, die für alle Enzyme im Serum festzustellen war, gleich 100 gesetzt und die anderen Aktivitäten darauf bezogen. Es zeigt sich, daß alle mittleren Plasmaaktivitäten unter denen des Serums liegen, wobei die Erniedrigung prozentual etwa gleich ist; die Unterschiede sind nicht signifikant. Lediglich die SDH-Aktivität im Na-Citrat-Plasma, die im Verhältnis wesentlich stärker erniedrigt ist, erweist sich als signifikant verschieden von der Aktivität im Serum.

IV. Diskussion

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden das Verhalten der GOT-, GPT- und SDH-Aktivität im Serum und Plasma bei 30 Hunden (Gruppe I) nach einem einstündigen Lauf mit 8 km Stundengeschwindigkeit und bei 10 Hunden (Gruppe II) nach zweistündigem Lauf mit 8,25 km Stundengeschwindigkeit geprüft. In einem Falle bewältigte der Hund innerhalb 10 Minuten eine Distanz von 6,66 km (40 km/h). In keiner dieser beiden Gruppen zeigten sich nach diesen Belastungen signifikant veränderte Serum-Fermentaktivitäten. Lediglich bei dem Tier, das einen Lauf mit höherer Geschwindigkeit absolviert hatte, war die GOT-Aktivität gegenüber dem Ausgangswert leicht erhöht. Da aber auf diese Weise nur ein Hund untersucht werden konnte, muß zunächst noch offen bleiben, ob dies nicht ein Zufall war.

Die vergleichenden Untersuchungen im Plasma stimmen, wenn man von den Unterschieden absieht, die sich durch die verschiedene Materialgewinnung offensichtlich ergaben und worauf später noch einzugehen ist, mit den Ergebnissen der Serumuntersuchungen überein, mit Ausnahme der GOT im Heparin-Plasma, deren Aktivität nach der Belastung in beiden Gruppen signifikant erhöht ist. Auch der Einzelhund weist einen entsprechenden Befund auf. Für dies Phänomen finde ich keine Erklärung.

Bei Betrachtung der Zahlen fällt auf, daß die GPT-Serumaktivitäten in der Gruppe I mit $0,76 \pm 0,06$ Bücher-Einheiten/ml über den von WÜRZNER (43) angegebenen Normalwerten für den Hund von $0,37 \pm 0,16$ Bücher-Einheiten/ml liegen. Desgleichen sind auch die SDH-Aktivitäten mit $0,101 \pm 0,027$ Bücher-Einheiten/ml gegenüber der Norm von $0,0525 \pm 0,006$ (21) erhöht.

Die Serum-GOT-Aktivitäten liegen im Bereich der Norm ($0,58 \pm 0,15$ Bücher-Einheiten/ml (43)).

Dies erklärt sich daraus, daß, da ja keine Normalwerte erstellt werden sollten, nicht ausschließlich klinisch gesund erscheinende Hunde für diese Untersuchungen ausgewählt wurden, sondern sich auch einige Tiere in dem Kollektiv befinden, bei denen der Verdacht auf eine innere Erkrankung gegeben war. Im Zusammenhang mit der Fragestellung, ob eine Belastung zu Aktivitätsveränderungen führt, erschienen mir gerade diese Fälle interessant, denn die Gefahr einer Fehlinterpretation wäre vor allem dort gegeben, wo Fermentaktivitäten an der Grenze der Norm liegen, während eine Veränderung ohnehin schon pathologischer Werte für die diagnostische Aussagekraft der Befunde nicht wesentlich ins Gewicht fiel.

Bei mindestens drei Hunden konnten wir an Hand von Leberfunktionsproben und bioptischen Untersuchungen Lebererkrankungen diagnostizieren.

Die von mir ermittelten Ergebnisse unterscheiden sich z.T. von den in der Literatur über verschiedene Tierarten und den Menschen gemachten Angaben. Allerdings erscheint es fraglich, ob es richtig ist, Vergleiche mit anderen Spezies zu ziehen. Nicht nur weil ^{die} Organverteilungen der Enzyme z.T. erheblich differieren und man mit unterschiedlichen Verteilungs- und Eliminationsgeschwindigkeiten rechnen muß, sondern auch deshalb, weil schwer ein Vergleich dahingehend möglich ist, ob eine bestimmte Versuchsanordnung bei einer Tierart etwa einer gleich intensiven Belastung bei einer anderen entspricht.

In der mir zugänglichen Literatur konnte ich Angaben über ähnliche Versuche beim Hund, wie sie im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden, lediglich bei BEDRAK (4) und SCHLEICHER (34), der aber nur das Verhalten der Serumaldolase prüfte, finden. BEDRAK, der neben einer Reihe anderer Fermente auch die GOT und GPT bestimmte, ließ, wie schon ausgeführt, Hunde bei verschiedenen Lufttemperaturen 2 Stunden mit einer Geschwindigkeit von 4 km/h und einer

Steigung von 8 % in einer Tretmühle laufen. Dabei konnte er sowohl bei einer Umgebungstemperatur von 18° - 25 °C als auch bei einer solchen von 37° - 42° C signifikante Anstiege der GOT- und GPT-Aktivitäten im Serum beobachten, wobei die Aktivitätserhöhungen bei nicht akklimatisierten Hunden bedeutender waren, als bei akklimatisierten.

Wahrscheinlich stellten die Versuchsanordnungen, die BEDRAK wählte, obgleich die Laufgeschwindigkeit geringer war, eine stärkere Belastung für die Hunde dar, als meine eigenen, insbesondere im Hinblick auf die z.T. hohen Umgebungstemperaturen und die Steigung.

Vom Standpunkt der klinischen Diagnostik aus entsprechen Art und Intensität der von mir gewählten Belastung eher den realen Verhältnissen, denn man wird im allgemeinen erwarten können, daß Hunde, die zur tierärztlichen Untersuchung vorgestellt werden, vorher keiner größeren körperlichen Anstrengung ausgesetzt waren, als dies im Rahmen meiner Untersuchungen für die Gruppen I und II der Fall war. Unter den Verhältnissen der Praxis wird man eine Bestimmung der Serum - GOT, Serum - GPT und Serum - SDH beim Hund nicht an die Bedingung knüpfen müssen, daß die Tiere vorher besonders ruhig gehalten wurden. Wohl sollte man aber vor Augen haben, daß es nach meinen Beobachtungen im Laufe des Tages zu einer Verringerung der Enzymaktivitäten im Serum kommen kann. Zwar waren mit Ausnahme der GPT die Unterschiede gegenüber den Morgenwerten nicht signifikant, aber der Abfall der Aktivitäten bei GOT und SDH gleichermaßen erkennbar. Für vergleichende Untersuchungen ist es deshalb anzustreben, das Blut für die Untersuchung zur gleichen Tageszeit zu gewinnen. Dies steht im Gegensatz zu WÜRZNER (43), nach dem die Tageszeit bei GOT- und GPT-Bestimmungen unberücksichtigt bleiben kann.

Eine Reihe von Forschern hat sich mit der Frage beschäftigt, wie sich Veränderungen von Enzymkonzentrationen im Serum oder Plasma nach körperlicher Belastung erklären. Diese Frage ist bisher nicht eindeutig beantwortet. Es werden eine Reihe von Faktoren diskutiert.

GERBER (13) glaubt, daß der Anstieg des Serumenzymspiegels durch körperliche Belastung auf einer reversiblen Veränderung der Permeabilität der Zellmembran beruht, die durch den gesteigerten Stoffwechsel der arbeitenden Zelle bedingt ist.

SCHMIDT u. Mitarb. (36) sehen den Grund für eine Veränderung der Zellmembranpermeabilität in dem Eingriff in die aeroben Stoffwechselprozesse, insbesondere in die Atmungskette, die Oxydation im Zitronensäurezyklus und in die oxydative Phosphorylierung sowie in die ATP-Reaktion.

OTTO u. Mitarb. (28) diskutieren fernerhin eine Mehrproduktion von Fermenten, damit diese der bei der Arbeit vermehrt anfallenden Stoffwechselprodukte Herr werden können.

BEDRAK (4) fragt sich, ob die durch körperliche Arbeit vermehrt frei werdenden Katecholamine (Adrenalin und Noradrenalin) als Ursache für die gesteigerte Zellmembranpermeabilität in Frage kommen. Ihm und anderen Autoren (4) erscheint auch eine Beeinflussung der Fermentaktivität im Serum durch Anpassung endokriner Reaktionen, insbesondere der Nebenniere an die körperliche Belastung denkbar.

Die durch intensive körperliche Arbeit eintretende Hypoxie sowie die z.T. gleichermaßen auftretende Dehydration werden ebenfalls als Ursache des Enzymkonzentrationsanstiegs diskutiert. BEDRAK (4) hält aber auf Grund seiner Untersuchungen einen Einfluß der Dehydration für sehr fraglich.

RICHTERICH (32) wirft die Frage auf, inwiefern Mikrotraumen und Muskelläsionen, die durch die Arbeit bedingt sind, einen Fermentkonzentrationsanstieg bewirken. In diesem Zusammenhang sind die Untersuchungen von ALTLAND u. Mitarb. (1) interessant, die an Ratten nach einer 16-stündigen Belastung, die zu einem Anstieg der GOT- und GPT-Aktivität geführt hatte, Entzündungs- und Nekroseherde in der Muskulatur fanden.

ULLRICH (40) untersuchte das Serum eines an Tetanus erkrankten Pferdes und fand eine um das 3-fache gegenüber der Norm erhöhte GOT-Aktivität. Bei diesem Pferd konnte er in Muskelzellen der extrem kontrahierten Halsmuskulatur elektronenmikroskopisch sowohl partielle Defekte der inneren Mitochondrienmembranen als auch große vakuoläre Defekte, Mitochondrienschwellung, Schwund der inneren Lamellen sowie partielle Homogenisation der inneren Struktur deutlich nachweisen.

ULLRICH nimmt an, daß bei jeder anstrengenden Muskularbeit Mitochondrien zugrunde gehen und damit an der Ermüdung der Muskulatur aktiv beteiligt sind. Es wäre denkbar, daß bei diesen Vorgängen Fermente, insbesondere solche, die in den Zellen der Skelettmuskulatur in höheren Konzentrationen vorliegen, frei werden und ins Serum gelangen.

Die bisher von anderen Autoren beim Hund durchgeführten Untersuchungen und auch meine eigenen liefern keinen Beitrag zu der Frage, inwieweit die nach Belastung vermehrt festgestellten Serumenzyme muskulären Ursprungs sind.

SCHLEICHER (34) konnte zwar signifikante Aktivitätsanstiege der ALD (ein Ferment, das hauptsächlich in der Skelettmuskulatur lokalisiert ist) nach Belastung beobachten, bei den Untersuchungen von BEDRAK (4) waren aber die ALD-Anstiege weniger eindrucksvoll.

Über die SDH-Organverteilung beim Hund ist nichts bekannt. Von den Transaminasen ist vor allem die GOT in der Skelettmuskulatur enthalten.

Bei meinen Untersuchungen zeigte allein die GOT im Serum und Plasma in beiden Gruppen eine ansteigende Tendenz. Und auch für das Einzeltier, das zehn Minuten mit einer Stundengeschwindigkeit von 40 km/h lief, gilt das gleiche, wenn auch hier die Aktivitätserhöhung nicht besonders eindrucksvoll war. Allerdings ist zu vermerken, daß dieses Tier als trainiert gelten kann, da es sehr oft neben dem Auto einherläuft.

Bei der SH-Hündin, die am Schluß des zweistündigen Dauerlaufs einen epileptiformen Anfall bekam, war der höchste GOT-Anstieg zu verzeichnen, den ich im Rahmen meiner Untersuchungen beobachten konnte. Es wäre interessant zu prüfen, ob es nach epileptiformen Anfällen regelmäßig zu einem GOT-Aktivitätsanstieg kommt und ob hier möglicherweise ähnliche Zellalterationen zustande kommen, wie sie ULLRICH (40) bei seinem Tetanus-Pferd feststellte. Bemerkenswert ist, daß es bei dieser Schäferhündin auch zu einem SDH-Anstieg kam, während die GPT-Aktivität abgesunken war.

Im zweiten Teil dieser Arbeit ging ich der Frage nach, ob im Serum und Plasma des Hundes unterschiedliche Fermentaktivitäten nachzuweisen sind. Veranlassung dazu gab die Beobachtung von SCHÜTZLER und SIEGERT (37), daß sich im nicht sichtbar hämolytischen Serum des Hundes im allgemeinen mehr Hämoglobin befindet als im nicht sichtbar hämolytischen Plasma, so daß man von der Erwartung ausgehen muß, daß bei der Serumgewinnung mehr Erythrocyten zerstört werden als bei der des Plasmas. Die bei der Blutgerinnung aus den zerstörten Erythrocyten oder aus anderen zellulären Elementen frei werdenden Enzyme können offensichtlich die Meßergebnisse erheblich beeinflussen. SCHÜTZLER und SIEGERT (37) zeigen dies am Beispiel der LDH. Die von ihnen bestimmte Lactatdehydrogenase-Konzentration betrug im Plasma des Hundes nur 40,46 % der im Serum gemessenen. Es ist jedoch bekannt, daß gerade die Erythrocyten große Mengen von LDH enthalten.

Obgleich man davon ausgehen kann, daß die von mir untersuchten Transaminasen und die SDH nicht in vergleichbaren Konzentrationen in den zellulären Elementen des Blutes vorkommen, dies gilt am ehesten noch für die GOT, habe ich dennoch diesen Vergleich vorgenommen, da hier eventuelle Speziesunterschiede vorliegen könnten und bisher solche Untersuchungen beim Hund noch nicht durchgeführt wurden.

Bei meinen Untersuchungen zeigt es sich, daß zwar alle im Plasma bestimmten Aktivitäten etwas niedriger lagen als die im Serum, die Unterschiede sind aber statistisch nicht gesichert. Nur die SDH im Na-Citrat-Plasma war gegenüber den Serum-Werten signifikant erniedrigt.

Meine Ergebnisse stehen im Gegensatz zu denen von SOLBACH u. Mitarb. (39) bei Menschen gemachten Beobachtungen, wonach die Transaminasen im Serum im Durchschnitt 17 - 25 % über den Plasmawerten liegen.

Für den Hund kann man sagen, daß es für die Bestimmung der Transaminasen und der SDH belanglos ist, ob man Serum oder Plasma wählt, sofern das Untersuchungsmaterial keine sichtbare Hämolyse aufweist. Es erscheint aber zweckmäßig, wenn man Vergleichsuntersuchungen insbesondere am selben Patienten vornehmen will, immer das Untersuchungsmaterial auf die gleiche Weise zu gewinnen.

Nicht zu empfehlen ist nach vorliegenden Untersuchungen die Verwendung von Na-Citrat-Plasma, es sei denn, daß nur die GOT- und GPT untersucht werden sollen.

V. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Einfluß körperlicher Belastung auf die GOT-, GPT- und SDH-Aktivitäten im Serum und Plasma des Hundes geprüft und der Frage nachgegangen, ob bei Verwendung von Serum und Plasma (Heparin und Na-Citrat) mit unterschiedlichen Serumaktivitäten zu rechnen ist, wenn das Untersuchungsmaterial keine sichtbare Hämolyse aufweist.

Die Fermente wurden mit den Biochemica-Test-Combinationen (UV-Test) der C.F. Boehringer und Soehne GmbH Mannheim nachgewiesen.

In Voruntersuchungen wurde der methodische Fehler ermittelt.

Er betrug für die GOT v = $\pm 4,6$ %;
 GPT v = $\pm 2,45$ %;
 SDH v = $\pm 1,8$ %.

Um etwaige tageszeitliche Schwankungen zu erfassen, wurden bei 5 Hunden im Serum die Transaminasen und die SDH jeweils um 8⁰⁰, 10³⁰, 13⁰⁰ und um 15³⁰ Uhr bestimmt. Signifikant niedriger als die Ausgangswerte lagen die GPT- und SDH-Aktivitäten um 13⁰⁰ Uhr.

Die Untersuchungen wurden so durchgeführt, daß 30 Hunde (Gruppe I) eine Stunde lang mit einer Stundengeschwindigkeit von 8 km/h und 10 Hunde (Gruppe II) 2 Stunden lang mit einer Stundengeschwindigkeit von 8,25 km/h laufen mußten.

Ein weiterer Hund lief 10 Minuten mit einer Stundengeschwindigkeit von 40 km/h neben einem Auto einher.

Weder in Gruppe I noch in Gruppe II waren nach der Belastung die GOT-, GPT- und SDH-Aktivitäten im Serum und Plasma mit Ausnahme der der GOT im Heparin-Plasma, die signifikant erhöht war, so verändert, daß sich die Unterschiede statistisch sichern ließen.

Der Einzelhund, der eine kürzere Zeit mit höherer Geschwindigkeit gelaufen war, wies nach der Belastung einen deutlichen Anstieg der GOT-Aktivität im Serum und Heparin-Plasma auf.

Ein weiterer Hund, der nach zweistündigem Lauf einen epileptiformen Anfall bekam, wies die stärkste GOT-Aktivitätserhöhung auf, die im Rahmen dieser Untersuchung beobachtet wurde.

Bei dem Vergleich zwischen den Enzymaktivitäten im Serum und denen im Heparin-Plasma und Na-Citrat-Plasma fallen zwar die etwas niedrigeren mittleren Aktivitäten im Plasma auf, die Unterschiede sind aber mit Ausnahme der SDH-Aktivität im Na-Citrat-Plasma nicht signifikant.

- 9) CRITZ, J.B.: Effect of swimming exercise on serum-GOT and hematocrit of rats
Proc.Soc.Exper.Biol.Med.
121, 101-104, 1966
- 10) DUNN, M.,
MARTINS, J.,
REISSMAN, K.R.: The disappearance rate of glutamic oxalacetic transaminase from the circulation and its distribution in the body's fluid compartments and secretions
J.Laborat.Clin.Med. 51, 259, 1958
- 11) FLEISHER, G.A.,
WAKIM, K.G.: Transaminase in canine serum and cerebrospinal fluid after carbon-tetrachloride poisoning and injektion of transaminase concentrates
Proc.Staff Meet.Mayo Clin. 31, 640, 1959
- 12) GARBUS, J.,
HIGHMAN, B.,
ALTLAND, P.D.: Serum enzymes and lactic dehydrogenase isoenzymes after exercise and training in rats
Amer.J.Physiol. 207, 467-472, 1964
- 13) GERBER, H.: Enzymdiagnostik bei inneren Krankheiten des Pferdes
Zbl.Vet.med. Reihe A, 11, 135-150, 1964
- 14) GERBER, H.: Bestimmungen der GOT, GPT-und CPK-Aktivität in einigen Organen des Pferdes als Grundlage für die klinische Verwendung von Serumenzym-Aktivitätsbestimmungen
Schweiz.Arch.Tierhk. 106, 410-413, 1964
- 15) GERLACH, U.: Pathologischer Übertritt von SDH ins Blut bei Lebererkrankungen
Klin.Wschr. 35, 1144-1145, 1957
- 16) GERLACH, U.: Zur klinischen Bedeutung der Aktivitätsmessung von SDH im menschlichen Blutserum
Klin.Wschr. 37, 93-98, 1959

- 17) GURTLE, H.,
RICHTER, H.: Zur Kenntnis der Transaminasen im
Serum von Pferd, Rind und Schwein
Zbl.Vet.med. 6, 705-713, 1959
- 18) HOFFMANN-OSTENHOF, O.: Enzymologie
Springer, Berlin, 1954
- 19) KUSCH, T.: Glutaminsäure-Brenztraubensäure und
Glutaminsäure-Brenztraubensäure-Trans-
aminase unter dem Einfluß von Chlor-
promazin, Reserpin, Serotonin und
körperlicher Belastung
Acta biol.med.germ. 11, 485-493, 1963
- 20) LANG, N.,
MASSARRAT, S.: Das Verhalten einiger Serumenzymakti-
vitäten und der Bromsulphaleinexkre-
tion bei Leberkranken und Gesunden
unter körperlicher Belastung
Verh.Dtsch.Ges.inn.Med. 67, 354, 1961
- 21) LETTOW, E.,
JAEGER, Ch.,
HOLM, U.: Sorbitdehydrogenase und Chininoxidase
im Serum klinisch gesunder und leber-
kranker Hunde
Zbl.Vet.med. 2, 978-988, 1962
- 22) LÖHR, G.W.: Stoffwechseleigenschaften und Enzyme
der Leukozyten des Menschen
Folia haemat. N.F. 6, 49, 1961
(Frankfurt)
- 23) LOLL, H.,
HILSCHER, A.: Änderungen der Substratkonzentration
und der Enzymaktivität im Serum durch
körperliche Belastung
Aerztl.Forschg. 12, 85, 1958
- 24) LÜSCHER, E.F.: Die Thrombozyten in enzymopathologischer
Sicht
Folia haemat.(Frankfurt) N.F.
6, 84, 1961

- 25) MANZ, D.: Der Einfluß von Belastungen auf den Gehalt an LDH im Serum von Schlachtschweinen
Dtsch.tierärztl.Wschr. 71, 597-601, 1964
- 26) MASSARRAT, S.: Tagesschwankungen der Enzymaktivitäten der Glutamat-Oxalacetat-, Glutamat-Pyruvat-Transaminase und Lactatdehydrogenase im Serum bei Leberkranken und Gesunden
Klin.Wschr. 42, 91-94, 1964
- 27) MERTEN, R.,
ESS, H.: Erythrocytenenzyme, Transaminasen in normalen und pathologischen Erythrocyten
Aerztl.Forschg. 12, 325, 1958
- 28) OTTO, P.,
SCHMIDT, E.,
SCHMIDT, F.W.: Enzymspiegel im Serum bei körperlicher Arbeit und ambulanten Patienten
Klin.Wschr. 42, 75-81, 1964
- 29) PRANGE, H.,
KOLB, E.,
GRÜN, E.,
GÜRTLER, H.: Über den Einfluß einer Transportbelastung auf die Aktivität der Laktatdehydrogenase im Serum von Rindern
Arch.exper.Vet.med. 20, 399-409, 1966
- 30) REICHARD, H.: Ornithine carbamyl transferase in dog serum on intravenous injection of enzymes, choledochus ligation, and carbon tetrachloride poisoning
J.Laborat.Clin.Med. 53, 417, 1959
- 31) RICHTER, K.,
KONITZER, K.: Veränderungen der Aldolaseaktivität im Blutserum bei Muskelarbeit
Klin.Wschr. 38, 998-999, 1960
- 32) RICHTERICH
u. Mitarb.: Serumenzyme bei Blutspendern
Schweiz.med.Wschr. 91, 601-605, 1961

- 33) SANGSTER, J.F., BEATON, J.R.: Alterations in enzyme activities as a consequence of exercise (swimming) in the rat
Proc.Soc.Exper.Biol.Med.
122, 542-544, 1966
- 34) SCHLEICHER, H.: Die Fructose-1,6-Diphosphataldolase im Serum klinisch gesunder Hunde
Vet.med.Diss. Berlin FU 1966
- 35) SCHMIDT, E., SCHMIDT, F.W.: Vortrag: Über Enzymmuster menschlicher Gewebe
Klin.Wschr. 38, 1009, 1960
- 36) SCHMIDT, E., SCHMIDT, F.W.: Physiologische Grundlagen der Leber-Enzymdiagnostik
in: Martini, G.A. u. Hafer, E.: Leber- und Pankreas-Enzymologie
Fasc. 4, 15-34, 1961
- 37) SCHÜTZLER, G., SIEGERT, M.: Mikrobestimmungen von Haemoglobin im Hinblick auf die Fermentdiagnostik im Serum und Plasma von Hunden und Pferden
Berliner Münchener tierärztl.Wschr.
76, 224-225, 1963
- 38) SINDELAROVÁ, K., NEUMANN, V.: Sorbitdehydrogenázová aktivita některých orgánů a tkání skotu (Aktivität der SDH einiger Organe und Gewebe beim Rind)
Sborník Vysoké školy zemědělské Brně. Rada B. 11, 181-185, 1963
- 39) SOLBACH, H.G., ENGLHARDT, A., MERTEN, R.: Unterschiede der Enzymaktivitäten im Serum und Plasma und ihre Bedeutung für die klinische Enzymdiagnostik
Klin.Wschr. 40, 1136-1139, 1962
- 40) ULLRICH, W.: Über das Verhalten der Serum-Transaminasen bei Trabrennpferden nach Bewegungsbelastung
Wien.tierärztl.Mschr. 53, 95-107, 1966

- 41) VETTER, K.,
GRIESCHE, H.,
MOCH, K.:
Serumfermente und ihr Verhalten
unter physiologischen Bedingungen
Zschr.inn.Med. 16, 359-363, 1961
- 42) WICHMANN, D.:
Der methodische Meßfehler bei einigen
Serum-Enzym-Testen
(SGOT, SGPT, aPHOS, sPHOS, LDH, MDH,
ALD)
Klin.Wschr. 43, 467-468, 1965
- 43) WÜRZNER, H.:
Glutamin-Oxalessigsäure-Transaminase,
Glutamin-Brenztraubensäure-Transaminase
und Milchsäuredehydrogenase im Serum
klinisch gesunder Hunde
Vet.med.Diss. Berlin FU 1959

VII. Tabellen

Tabelle I

Gruppe I (30 Tiere)

Belastung: 1 Stunde Dauerlauf über 8 km

Rasse:	Alter:	Geschlecht	Besondere klinische Befunde
1) SH-Bast.	4 Jahre	♂	klinikeigener Hund
2) "	3 Jahre	♀	" "
3) "	5 "	♂	" "
4) Cockerspaniel	9 "	♀	Hepatopathie, Otitis externa
5) SH-Bast.	4 "	♀	klinikeigener Hund
6) "	4 "	♂	" "
7) "	3 "	♂	" "
8) "	4,5 "	♂	" "
9) "	4 "	♂	" "
10) "	2 "	♀	" "
11) "	5 "	♂	" "
12) "	3 "	♀	" "
13) Pudél/Spaniel	3 "	♀	" "
14) SH-Bast.	2 "	♀	" "
15) SH	4 "	♀	" "
16) SH-Bast.	5 "	♀	" "
17) Kerry-blue	3 "	♂	Hepatopathie
18) SH	4 "	♀	klinikeigener Hund
19) SH-Bast.	3 "	♀	" "
20) "	1 "	♂	" "
21) SH	4 "	♀	Nasenspiegelentzündung
22) Collie	1 "	♂	Demodikose
23) SH	3 "	♂	Staupe, Parese der Nachhand
24) Jagdhund	3 "	♂	O.B.
25) SH	10 "	♂	Kastration wegen Agresivität
26) SH	4 "	♂	Kastration wegen Agresivität
27) Bast.	2 "	♀	chron.Ekzem
28) Airdale	11 "	♂	Hepatopathie, Perianaltumoren
29) SH	6 "	♂	Kastration wegen Unfolg- samkeit (Polizei-Dienst- hund)
30) SH	8 "	♂	Harnröhrensteine

Tabelle II

Gruppe II (10 Tiere)

Belastung: 2 Stunden Dauerlauf über 16,5 km.

Rasse:	Alter:	Geschlecht	Besondere klinische Befunde	
1) SH-Bast.	4 Jahre	♂	klinikeigener Hund	
2) "	4,5 "	♂	"	"
3) SH	4 "	♀	"	"
4) SH-Bast.	3 "	♀	"	"
5) Spaniel-Bast.	2 "	♀	"	"
6) SH-Bast.	2 "	♀	"	"
7) "	5 "	♀	"	"
8) "	2 "	♀	"	"
9) SH	4 "	♀	"	"
10) SH-Bast.	3 "	♂	"	"

Tabelle III

Ermittlung des methodischen Fehlers für die Bestimmung der GOT-, GPT- und SDH-Aktivitäten im Serum
(Für die Berechnung wurden die Extinktionen benutzt.)

GOT:

	x_i	$(x_i)^2$	
1)	0,035 ΔE	0,001225 ΔE	$\bar{x} = 0,0326$
2)	0,032	0,001024	
3)	0,033	0,001089	$\sum x_i^2 = 0,005323$
4)	0,032	0,001024	$(x_i)^2 = 0,026569$
5)	0,031	0,000961	
	<u>0,163 ΔE</u>	<u>0,005323 ΔE</u>	$s_d^2 = \frac{1}{4} (0,005323 - \frac{0,026569}{5})$
			$s_d = 0,0015$
			=====
	$v = \frac{0,0015}{0,0326} \cdot 100 = \pm 4,601 \%$		=====

GPT:

	x_i	$(x_i)^2$	
1)	0,173 ΔE	0,029929 ΔE	$\bar{x} = 0,1694$
2)	0,173	0,029929	
3)	0,170	0,028900	$s_d^2 = \frac{1}{4} (0,143551 - \frac{0,717409}{5})$
4)	0,168	0,028224	
5)	0,163	0,026569	$s_d = 0,004159$
	<u>0,847 ΔE</u>	<u>0,143551 ΔE</u>	=====
			$v = \frac{0,004159}{0,1694} \cdot 100$
			$v = \pm 2,455 \%$
			=====

SDH:

	x_i	$(x_i)^2$	
1)	0,008 ΔE	0,000064 ΔE	$\bar{x} = 0,0078$
2)	0,008	0,000064	
3)	0,008	0,000064	$s_d^2 = \frac{1}{4} (0,000305 - \frac{0,001521}{5})$
4)	0,007	0,000049	
5)	0,008	0,000064	$s_d = 0,000141$
	<u>0,039 ΔE</u>	<u>0,000305 ΔE</u>	=====
			$v = \frac{0,000141}{0,0078} \cdot 100$
			$v = \pm 1,8 \%$
			=====

Tabelle IV (1)

Enzymaktivitäten im Serum von 5 Hunden zu verschiedenen Tageszeiten
(Die Zahlen stellen die nach 10 Minuten gemessenen Extinktionen dar.)

<u>GOT:</u>	8 ⁰⁰	10 ³⁰	13 ⁰⁰	15 ³⁰
1) Rolf	0,022 Δ E	0,023 Δ E	0,020 Δ E	0,024 Δ E
2) Wittpot	0,041	0,037	0,032	0,037
3) Toni II	0,023	0,027	0,021	0,022
4) Toni I	0,025	0,022	0,024	0,021
5) Leica	<u>0,011</u>	<u>0,008</u>	<u>0,010</u>	<u>0,009</u>
	0,122	0,117	0,107	0,113

<u>GPT:</u>				
	0,057 Δ E	0,052 Δ E	0,047 Δ E	0,048 Δ E
	0,055	0,045	0,041	0,040
	0,066	0,062	0,054	0,062
	0,054	0,051	0,047	0,054
	<u>0,053</u>	<u>0,051</u>	<u>0,041</u>	<u>0,046</u>
	0,285	0,261	0,230	0,250

<u>SDH:</u>				
	0,006 Δ E	0,003 Δ E	0,003 Δ E	0,004 Δ E
	0,009	0,006	0,005	0,004
	0,008	0,006	0,006	0,005
	0,007	0,009	0,006	0,006
	<u>0,011</u>	<u>0,008</u>	<u>0,009</u>	<u>0,010</u>
	0,041	0,032	0,028	0,029

Tabelle IV (2)

Signifikanz-Berechnung der tageszeitlichen Differenzen

GOT im Serum zwischen 8⁰⁰ und 10³⁰ Uhr

1)	0,022ΔE	0,023ΔE	+	0,001	0,000001
2)	0,041	0,037	-	4	16
3)	0,023	0,027	+	4	16
4)	0,025	0,022	-	3	9
5)	0,011	0,008	-	3	9
			-	0,005	0,000051

$$s_d^2 = \frac{1}{4} (51 - \frac{25}{5}) = 11,5$$

$$s_d = 3,39$$

$$t = \frac{1}{3,39} \cdot 2,236 = 0,65$$

$$t = 0,65 < t_g = 2,78$$

(kein signif. Unterschied).

GOT im Serum zwischen 8⁰⁰ und 13⁰⁰ Uhr

0,022ΔE	0,020ΔE	-	0,002	0,000004
0,041	0,032	-	9	81
0,023	0,021	-	2	4
0,025	0,024	-	1	1
0,011	0,010	-	1	1
		-	0,015	0,000091

$$s_d^2 = \frac{1}{4} (91 - \frac{225}{5}) = 11,5$$

$$s_d = 3,39$$

$$t = \frac{3}{3,39} \cdot 2,236 = 1,9$$

$$t = 1,9 < t_g = 2,78$$

(kein signif. Unterschied).

Tabelle IV (3)

GOT im Serum zwischen 8⁰⁰ und 15³⁰ Uhr

1) 0,0224E	0,0244E	+ 0,002	0,000004
2) 0,041	0,037	- 4	16
3) 0,023	0,022	- 1	1
4) 0,025	0,021	- 4	16
5) 0,011	0,009	- <u>2</u>	<u>4</u>
		- 0,009	0,000041

$$s_d^2 = \frac{1}{4} (41 - \frac{81}{5}) = 6,2$$

$$s_d = 2,49$$

$$t = \frac{1,8}{2,49} \cdot 2,236 = 1,6$$

$$t = 1,6 < t_g = 2,78$$

(kein signifik. Unterschied).

Tabelle IV (4)

GPT im Serum zwischen 8^{00} und 10^{30} Uhr

1) 0,057ΔE	0,052ΔE	- 0,005	0,000025
2) 0,055	0,045	- 10	100
3) 0,066	0,062	- 4	16
4) 0,054	0,051	- 3	9
5) 0,053	0,051	- 2	4
		- 0,024	0,000154

$$s_d^2 = \frac{1}{4} (154 - \frac{576}{5}) = 9,7$$

$$s_d = 3,114$$

$$t = \frac{4,8}{3,114} \cdot 2,236 = 3,45$$

$$t_g(s=95\%) = 2,78 < t = 3,45 < t_g(s=99\%) = 4,6$$

Die Vermutung liegt nahe, daß sich beide Meßreihen unterscheiden.

GPT im Serum zwischen 8^{00} und 13^{00} Uhr

0,057ΔE	0,047ΔE	- 0,010	0,000100
0,055	0,041	- 14	196
0,066	0,054	- 12	144
0,054	0,047	- 7	49
0,053	0,041	- 12	144
		- 0,055	0,000633

$$s_d^2 = \frac{1}{4} (633 - \frac{3025}{5})$$

$$s_d = 2,64$$

$$t = \frac{11}{2,64} \cdot 2,236 = 9,3 \quad t = 9,3 > t_g = 2,78$$

(Unterschied)

Tabelle IV (5)

GPT im Serum zwischen 8⁰⁰ und 15³⁰ Uhr

1)	0,057 Δ E	0,048 Δ E	- 0,009	0,000081
2)	0,055	0,040	- 0,015	0,000225
3)	0,066	0,062	- 0,004	0,000016
4)	0,054	0,054	0	0
5)	0,053	0,046	<u>- 0,007</u>	<u>0,000049</u>
			- 0,035	0,000371

$$s_d^2 = \frac{1}{4} \left(371 - \frac{1225}{5} \right) = 31,5$$

$$s_d = 5,61$$

$$t = \frac{7}{5,61} \cdot 2,236 = 2,79$$

$$\underline{\underline{t = 2,79 > t_g = 2,78}}$$

(Unterschied)

Tabelle IV (6)

SDH im Serum zwischen 8⁰⁰ und 10³⁰ Uhr

1) 0,006 ΔE	0,003 ΔE	- 0,003	0,000009
2) 0,009	0,006	- 0,003	0,000009
3) 0,008	0,006	- 0,002	0,000004
4) 0,007	0,009	+ 0,002	0,000004
5) 0,011	0,008	<u>- 0,003</u>	<u>0,000009</u>
		- 0,009	0,000035

$$s_d^2 = \frac{1}{4} \left(35 - \frac{81}{5} \right) = 4,7$$

$$s_d = 2,16$$

$$t = \frac{1,8}{2,16} \cdot 2,236 = 1,86$$

$$t = 1,86 < t_g = 2,78$$

(kein signifik. Unterschied).

SDH im Serum zwischen 8⁰⁰ und 12⁰⁰ Uhr

0,006 ΔE	0,003 ΔE	- 0,003	0,000009
0,009	0,005	- 4	16
0,008	0,006	- 2	4
0,007	0,006	- 1	1
0,011	0,009	<u>- 2</u>	<u>4</u>
		- 0,012	0,000034

$$s_d^2 = \frac{1}{4} \left(34 - \frac{144}{5} \right) = 1,3$$

$$s_d = 1,14$$

$$t = \frac{2,4}{1,14} \cdot 2,236 = 4,70$$

$$t = 4,7 > t_g = 2,78$$

(Unterschied)

Tabelle IV (7)

SDH im Serum zwischen 8⁰⁰ und 15³⁰ Uhr

1) 0,006 ΔE	0,004 ΔE	- 0,002	0,000004
2) 0,009	0,004	- 5	25
3) 0,008	0,005	- 3	9
4) 0,007	0,006	- 1	1
5) 0,001	0,010	- <u>1</u>	<u>1</u>
		- 0,012	0,000040

$$s_d^2 = \frac{1}{4} \left(40 - \frac{144}{5} \right) = 2,8$$

$$s_d = 1,67$$

$$t = \frac{2,4}{1,67} \cdot 2,236 = 3,2$$

$$t_g (s=95\%) = 2,78 < t = 3,2 < t_g (s=99\%) = 4,6$$

Die Vermutung liegt nahe, daß sich beide Meßreihen unterscheiden.

Tabelle V (1)

GOT im Serum vor und nach einstündiger Belastung (8 Kilometer)

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>	
1)	0,032ΔE	0,023ΔE	- 9	81	
	37	21	- 16	256	
	25	32	+ 7	49	
	29	36	+ 7	49	$\bar{x} = \frac{0,815}{30} E = 0,02716 E$
	36	30	- 6	36	$\bar{x} = 0,5432 E./ml$ (Bücher)
	29	6	- 23	529	$\bar{x}_1 = \frac{0,827}{30} E = 0,02756 E$
	24	29	+ 5	25	$\bar{x} = 0,5512 E./ml$ (Bücher)
	26	24	- 2	4	
	27	27	0	0	
10)	17	20	+ 3	9	$s_d^2 = \frac{1}{29} (1930 - \frac{144}{30}) = 66,38$
	18	8	- 10	100	$s_d = 8,14 = (0,00814)$
	22	17	- 5	25	$=====$
	17	20	+ 3	9	$= 0,1628 E.Bücher$
	42	37	- 5	25	
	17	15	- 2	4	$t = \frac{0,4}{8,14} \times 5,47 = 0,26$
	14	16	+ 2	4	$=====$
	21	23	+ 2	4	$t = 0,26 \angle t = 2,05$
	18	16	- 2	4	$=====g=====$
	28	30	+ 2	4	Vertrauensbereich: (Mittelwert)
20)	26	28	+ 2	4	$u = 0,5432 \pm 0,0608 E./ml$
	26	44	+ 18	324	$=====$
	21	30	+ 9	81	(Bücher)
	27	40	+ 13	169	$=====$
	22	26	+ 4	16	Vertrauensbereich der
	77	81	+ 4	16	Streuung:
	26	35	+ 9	81	$k_u \cdot x s \leq \sigma \leq k_o \cdot x s$
	17	21	+ 4	16	k_u (95% Sicherheit) = 0,83
	33	32	- 1	1	k_o " = 1,28
	29	27	- 2	4	
30)	0,032	0,033	+ 1	0,000001	$0,00814 \times 0,83 = 0,0067562$
	0,815ΔE	0,827ΔE	0,012	0,001930	$0,00814 \times 1,28 = 0,0104192$

Der Vertrauensbereich der Streuung erstreckt sich von:

$$0,0067562 \pm \sigma \leq 0,0104192 E$$

$$0,1351 \pm \sigma \leq 0,208384 E/ml \text{ (Bücher)}$$

Tabelle V (2)

GOT im Heparin-Plasma vor und nach einstündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>	
1)	0,025 Δ E	0,024 Δ E	- 0,001	0,000001	
2	21	25	+ 4	16	
	35	33	- 2	4	
	28	36	+ 8	64	
	34	34	0	0	
	23	12	- 11	121	
	25	31	+ 6	36	
	25	33	+ 8	64	
	15	26	+ 11	121	
10)	19	22	+ 3	9	
	17	23	+ 6	36	
	15	20	+ 5	25	$\bar{x}_1 = \frac{0,745}{30} = 0,02483 \text{ E}$
	13	16	+ 3	9	
	39	36	- 3	9	$= 0,4966 \text{ E/ml (Bücher)}$
	16	17	+ 1	1	$\bar{x}_2 = 0,584 \text{ E/ml (Bücher)}$
	14	18	+ 4	16	
	17	24	+ 7	49	
	16	18	+ 2	4	
	19	19	0	0	
20)	24	30	+ 6	36	
	20	44	+ 24	576	
	21	30	+ 9	81	
	31	37	+ 6	36	
	19	26	+ 7	49	
	73	91	+ 18	324	
	27	33	+ 6	36	
	19	25	+ 6	36	
	30	29	- 1	1	
	30	26	- 4	16	
30)	<u>0,035</u>	<u>0,038</u>	<u>+ 0,003</u>	<u>0,000009</u>	
	<u>0,745ΔE</u>	<u>0,876ΔE</u>	<u>+ 0,131</u>	<u>0,001785</u>	
	$s_d = 0,00646$	$t = \frac{4,36}{6,46} \times 5,47 = 3,69$			
	$= 0,1292 \text{ E/ml (Bücher)}$				
	$t_{\text{max}} = 2,69 > t_{\text{min}} = 2,05$	(Unterschied)			
	$\text{Streuung des Mittelwertes} = \pm 0,4966 \pm 0,0483$				
	$\text{Vertrauensbereich der Streuung} = 0,1074 \leq \sigma \leq 0,1656 \text{ E/ml (Bücher)}$				

Tabelle V (3)

GOT im Citrat-Plasma vor und nach einstündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>	
1)	0,016 Δ E	0,014 Δ E	+ 0,002	0,000004	
	18	19	+	1	1
	38	35	-	3	9
	25	48	+	23	529
	20	23	+	3	9
	22	6	-	16	256
	17	20	+	3	9
	16	14	-	2	4
	15	17	+	2	4
					$\bar{x}_1 = 0,412 \text{ E/ml (Bücher)}$
10)	11	16	+	5	25
	2	17	+	15	225
	6	11	+	5	25
	6	8	+	2	4
	23	23		0	0
	21	10	-	11	121
	8	12	+	4	16
	17	15	-	2	4
	9	12	+	3	9
	18	16	-	2	4
					$\bar{x}_2 = 0,464 \text{ " "}$
					$s_d = 0,00737 \text{ E}$
					$= 0,1474 \text{ E/ml (Bücher)}$
					$t = 1,92 < t_g = 2,05$
					=====
					Vertrauensbereich des
					Mittelwertes:
					$0,412 \pm 0,055 \text{ E/ml (Bücher)}$
					=====
20)	20	22	+	2	4
	17	33	+	16	256
	21	30	+	9	81
	36	30	-	6	36
	19	27	+	8	64
	71	76	+	5	25
	25	28	+	3	9
	14	17	+	3	9
	29	33	+	4	16
	32	34	+	2	4
30)	<u>0,026</u>	<u>0,030</u>	<u>+ 0,004</u>	<u>0,000016</u>	
	<u>0,618ΔE</u>	<u>0,696ΔE</u>	<u>+ 0,078</u>	<u>0,001778</u>	

Tabelle V (4)

GPT im Serum vor und nach einstündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>	
1)	0,0664E	0,0684E	+ 0,002	0,000004	
	50	37	- 13	169	
	42	37	- 5	25	
	299	294	- 5	25	
	147	143	- 4	16	$\bar{x}_1 = 0,762 \text{ E/ml (Bücher)}$
	54	8	- 46	2116	$\bar{x}_1$
	39	82	+ 43	1849	$\bar{x}_2 = 0,759 \text{ " "}$
	68	60	- 8	64	$\bar{x}_2$ -----
	66	45	- 21	441	$s_d = 0,1652 \text{ E/ml (Bücher)}$
10)	52	52	0	0	-----
	40	34	- 6	36	$t = 0,12 < t = 2,05$
	23	22	- 1	1	=====g=====
	13	11	- 2	4	
	127	119	- 8	64	Vertrauensbereich des
	31	26	-9	81	Mittelwertes:
	18	21	+ 3	9	$u = 0,762 \pm 0,0617848$
	141	112	- 29	841	=====
	25	21	- 4	16	Vertrauensbereich der
	33	28	- 5	25	Streuung:
	42	42	0	0	$0,137116 \leq s \leq 0,211456$
20)	107	135	+ 28	784	-----
	34	34	0	0	
	117	144	+ 27	729	
	43	44	+ 1	1	
	89	88	- 1	1	
	72	88	+ 16	256	
	40	42	+ 2	4	
	278	296	+ 18	324	
	90	93	+ 3	9	
30)	<u>0,042</u>	<u>0,051</u>	<u>+ 0,009</u>	<u>0,000081</u>	
	<u>2,2884E</u>	<u>2,2774E</u>	<u>- 0,011</u>	<u>0,007919</u>	

Tabelle V (5)

GPT im Heparin-Plasma vor und nach einstündiger Belastung

	Vorher	nachher	Diff.	(Diff.) ²	
1)	0,0644E	0,0704E	+ 0,006	0,000036	
	37	49	+	12	144
	42	46	+	4	16
	265	261	-	4	16
	181	150	-	31	961
	54	25	-	29	841
	46	62	+	16	256
	66	58	-	8	64
	59	50	-	9	81
20)	32	60	+	28	784
	41	43	+	2	4
	18	17	-	1	1
	5	10	+	5	25
	123	127	+	4	16
	26	24	-	2	4
	20	19	-	1	1
	123	112	-	11	121
	22	29	+	7	49
	34	27	-	7	49
30)	38	43	+	5	25
	100	126	+	26	676
	36	38	+	2	4
	122	138	+	16	256
	43	43	0	0	0
	70	96	+	26	676
	71	90	+	19	361
	56	44	-	12	144
	291	286	-	5	25
	84	93	+	9	81
	<u>0,043</u>	<u>0,057</u>	<u>+ 0,014</u>	<u>0,000196</u>	
	<u>2,2124E</u>	<u>2,2934E</u>	<u>+ 0,081</u>	<u>0,005913</u>	

$\bar{x}_1 = 0,7373$ E/ml (Bücher)

$\bar{x}_2 = 0,7643$ E/ml (Bücher)

Streuung:

$s_d = 0,140$ E/ml (Bücher)

t - Test:

$t = 1,05 < t = 2,05$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$u = 0,7373 \pm 0,05236$ E/ml

Vertrauensbereich der Streuung:

$0,1212 \leq \sigma \leq 0,1792$

Tabelle V (6)

GPT im Na-Citrat-Plasma vor und nach einstündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	0,058 ^Δ E	0,062 ^Δ E	+ 0,004	0,000016
	42	47	+	5
	51	57	+	6
	266	274	+	8
	108	93	-	15
	34	12	-	22
	48	37	-	11
	43	38	-	5
	71	27	-	44
				1936
10)	32	40	+	8
	22	29	+	7
	9	13	+	4
	5	4	-	1
	67	70	+	3
	19	14	-	5
	10	12	+	2
	67	56	-	11
	14	14		0
	17	17		0
20)	36	33	-	3
	57	96	+	39
	28	34	+	6
	112	116	+	4
	35	38	+	3
	78	86	+	8
	62	74	+	12
	48	52	+	4
	225	208	-	17
	78	75	-	3
30)	0,038	0,045	+ 0,007	0,000049
	1,780 ^Δ E	1,773 ^Δ E	- 0,007	0,005383

$\bar{x}_1 = 0,593 \text{ E/ml (Bücher)}$

$\bar{x}_2 = 0,591 \text{ " "}$

Streuung:

$s_d = 0,136 \text{ E/ml (Bücher)}$

$t = 0,092 \leq t_g = 2,05$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$u = 0,593 \pm 0,0508 \text{ E/ml}$

Vertrauensbereich der Streuung:

$0,11288 \leq \sigma \leq 0,17408$

Tabelle V (7)

SDH im Serum vor und nach einstündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>	
1)	0,0184E	0,0044E	- 0,014	0,000196	
	25	21	-	4	16
	4	4		0	0
	5	11	+	6	36
	26	21	-	5	25
	14	4	-	10	100
	12	7	-	5	25
	18	14	-	4	16
	7	3	-	4	16
	11	8	-	3	9
	6	38	+	32	1024
	31	40	-	1	1
	5	3	-	2	4
	14	11	-	3	9
	3	5	+	2	16
	3	4	+	1	1
	15	13	-	2	4
	4	4		0	0
	3	2	-	1	1
	6	8	+	2	4
	9	12	+	3	9
	8	7	-	1	1
	2	2		0	0
	5	4	-	1	1
	14	11	-	3	9
	2	7	+	5	25
	6	9	+	3	9
	9	11	+	2	4
	5	6	+	1	1
30)	<u>0,0054E</u>	<u>0,0074E</u>	<u>+ 0,002</u>	<u>0,000004</u>	
	<u>0,3054E</u>	<u>0,3014E</u>	<u>- 0,004</u>	<u>0,001554</u>	

$\bar{x}_1 = 0,101 \text{ E/ml (Bücher)}$

$\bar{x}_2 = 0,1003 \text{ " "}$

Streuung:
 $s_d = 0,07319 \text{ " "}$

t - Test:
 $t = 0,0995 < t_{\alpha} = 2,05$

Vertrauensbereich des
Mittelwertes:
 $u = 0,101 \pm 0,027 \text{ E/ml}$

Vertrauensbereich der
Streuung:
 $0,0607477 \leq s^2 \leq 0,0936832$

Tabelle V (8)

SDH im Heparin-Plasma vor und nach einstündiger Belastung

1	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>	
1)	0,0034E	0,0094E	+ 0,006	0,000036	
	9	7	-	2	4
	18	16	-	2	4
	5	5		0	0
	13	14	+	1	1
	18	4	-	14	196
	16	9	-	7	49
	9	7	-	2	4
	4	7	+	3	9
10)	15	11	-	4	16
	6	42	+	36	1296
	28	42	+	14	196
	8	0	-	8	64
	3	9	+	6	36
	4	6	+	2	4
	2	5	+	3	9
	10	12	+	2	4
	7	2	-	5	25
	3	4	+	1	1
20)	6	8	+	2	4
	11	10	-	1	1
	7	7	0	0	0
	2	4	+	2	4
	7	4	-	3	9
	18	12	-	6	36
	5	8	+	3	9
	4	5	+	1	1
	9	8	-	1	1
	7	8	+	1	1
30)	<u>0,006</u>	<u>0,008</u>	<u>+ 0,002</u>	<u>0,000004</u>	
	<u>0,2634E</u>	<u>0,2934E</u>	<u>+ 0,030</u>	<u>0,002024</u>	

$\bar{x}_1 = 0,087 \text{ E/ml (Bücher)}$

$\bar{x}_2 = 0,097 \text{ " "}$

Streuung:

$s_d = 0,0829 \text{ " "}$

t - Test:

$t = 0,66 < t = 2,05$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$u = 0,0876 \pm 0,031 \text{ E/ml}$

Vertrauensbereich der Streuung:

$0,068807 \leq \sigma \leq 0,106112$

Tabelle V (9)

SDH im Na-Citrat-Plasma vor und nach einstündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>	
1)	0,0084E	0,0064E	- 0,002	0,000004	
	6	8	+	2	4
	1	2	+	1	1
	2	4	+	2	4
	9	6	-	3	9
	5	6	+	1	1
	10	5	-	5	25
	8	6	-	2	4
	5	4	-	1	1
	9	4	-	5	25
	6	23	+	17	289
	12	25	+	13	169
	4	2	-	2	4
	8	3	-	5	25
	6	2	-	4	16
	5	2	-	3	9
	7	6	-	1	1
	5	2	-	3	9
	3	3		0	0
	4	4		0	0
	9	7	-	2	4
	7	7		0	0
	4	2	-	2	4
	3	5	+	2	4
	14	16	+	2	4
	4	2	-	2	4
	3	5	+	2	4
	4	6	+	2	4
	5	6	+	1	1
	<u>0,002</u>	<u>0,005</u>	<u>+ 0,003</u>	<u>0,000009</u>	
	<u>0,1784E</u>	<u>0,1844E</u>	<u>+ 0,006</u>	<u>0,000638</u>	

$\bar{x}_1 = 0,0593$ E/ml (Bücher)

$\bar{x}_2 = 0,0613$ " "

Streuung:

$s_d = 0,04685$ " "

t - Test :

$t = 0,233 \leq t_g = 2,05$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$u = 0,0593 \pm 0,0175$ E/ml

Vertrauensbereich der Streuung:

$0,0388855 \leq \sigma \leq 0,059968$

=====

Tabelle VI (1)

GOT im Serum vor und nach zweistündiger Belastung (16,5 km)

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	0,0204E	0,0284E + 8		64
	20	23 + 3		9
	21	23 + 2		4
	28	24 + 4		16
	22	20 - 2		4
	29	28 - 1		1
	26	26 0		0
	15	18 + 3		9
	21	16 - 5		25
10)	<u>0,025</u>	<u>0,032</u> + <u>7</u>		<u>49</u>
	<u>0,2274E</u>	<u>0,2384E</u> + <u>11</u>		<u>181</u>

$$\bar{x}_1 = 0,02274E = 0,454 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x}_2 = 0,02384E = 0,476 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$s_d^2 = \frac{1}{9} (181 - 12,1) = 18,766$$

$$s_d = 4,33 = 0,00433 = 0,0866 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$t = \frac{1,1}{4,33} \times 3,16 = 0,8$$

$$t = 0,8 < t_g = 2,26$$

$$\text{Vertrauensbereich des Mittelwertes: } u = \bar{x} \pm s \cdot \frac{t}{\sqrt{n}}$$

$$\frac{t}{\sqrt{n}} \text{ für 10 Messungen und 95 \% Sicherheit} = 0,715$$

$$\text{" 30 Messungen " 95 \% " } = 0,374$$

$$\mu = 0,454 \pm 0,0619 \text{ E/ml (Bücher); } 0,00433 \times 0,715$$

$$0,003095954E \times 20$$

$$0,06191900 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\text{Vertrauensbereich der Streuung: } k_u \cdot s \leq \sigma \leq k_o \cdot s$$

$$k_u \text{ für 10 Messungen und 95\% Sicherheit} = 0,73$$

$$k_o \text{ " 10 " " 95\% " } = 1,65$$

Der Vertrauensbereich der Streuung erstreckt sich von:

$$0,063218 \leq \sigma \leq 0,14289 \text{ Bücher E/ml}$$

=====

Tabelle VI (2)

GOT im Heparin-Plasma vor und nach zweistündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>	
1)	0,0184E	0,0274E	+ 0,009	0,000081	
	21	22	+	1	1
	18	24	+	6	36
	23	23		0	0
	18	21	+	3	9
	34	32	-	2	4
	24	31	+	7	49
	12	15	+	3	9
	15	18	+	3	9
					$\bar{x}_1 = 0,414 \text{ E/ml (Bücher)}$
					$\bar{x}_2 = 0,478 \text{ E/ml (Bücher)}$
					Diff = 0,0032
10)	<u>0,024</u>	<u>0,026</u>	<u>+ 0,002</u>	<u>0,000004</u>	$s_d^2 = \frac{1}{9} (202 - 102,4)$
	<u>0,2074E</u>	<u>0,2394E</u>	<u>+ 0,032</u>	<u>0,000202</u>	= 11,066
					$s_d = 3,32 = 0,00332 \text{ E}$
					= 0,0664 E/ml (Bücher)

Tabelle VI (3)

GOT im Citrat-Plasma vor und nach zweistündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>	
1)	<u>0,0124E</u>	<u>0,0184E</u>	<u>+ 0,006</u>	<u>0,000036</u>	
	13	16	+	3	9
	14	15	+	1	1
	18	13	-	5	25
	12	15	+	3	9
	25	22	-	3	9
	14	20	+	6	36
	13	11	-	2	4
	18	13	-	5	25
					$\bar{x}_1 = 0,316 \text{ E/ml (Bücher)}$
					$\bar{x}_2 = 0,322 \text{ " "}$

					Streuung:
					$s_d = 4,14 = 00,00414$
10)	<u>0,019</u>	<u>0,018</u>	<u>- 0,001</u>	<u>0,000001</u>	
	<u>0,1584E</u>	<u>0,1614E</u>	<u>+ 0,003</u>	<u>0,000155</u>	

					$= 0,0828 \text{ E/ml (Bücher)}$

					t - Test:
					$t = 0,228 < t_g = 2,26$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$$\mu = 0,316 \pm 0,0592 \text{ E/ml (Bücher)}$$

Vertrauensbereich der Streuung:

$$0,060444 \leq \sigma \leq 0,13662$$

=====

Tabelle VI (4)

GPT im Serum nach zweistündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	0,0504E	0,0544E	- 0,004	0,000016
	52	49	- 3	9
	25	23	- 2	4
	21	18	- 3	9
	21	18	- 3	9
	51	14	- 37	1369
	13	14	+ 1	1
	54	56	+ 2	4
	32	39	+ 7	49
	<u>0,043</u>	<u>0,047</u>	<u>+ 0,004</u>	<u>0,000016</u>
	<u>0,3624E</u>	<u>0,3324E</u>	<u>- 0,030</u>	<u>0,001486</u>

$$\bar{x}_1 = 0,362 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x}_2 = 0,332 \quad " \quad "$$

$$s_1 = 0,1245 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$t = 0,76 < t_g = 2,26$$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$$\mu = 0,362 \pm 0,089 \text{ E/ml (Bücher)}$$

Vertrauensbereich der Streuung:

$$0,090885 \leq \sigma \leq 0,205425$$

Tabelle VI (5)

GPT im Heparin-Plasma vor und nach zweistündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	0,0544E	0,0524E	- 0,002	0,000004
	51	45	- 6	36
	19	21	+ 3	9
	18	9	- 9	81
	12	9	- 3	9
	44	10	- 34	1156
	8	11	+ 3	9
	57	51	- 6	36
	29	31	+ 2	4
10)	<u>0,048</u>	<u>0,049</u>	<u>+ 0,001</u>	<u>0,000001</u>
	<u>0,3404E</u>	<u>0,2884E</u>	<u>- 0,052</u>	<u>0,001340</u>

$$\bar{x}_1 = 0,340 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x}_2 = 0,288 \quad " \quad "$$

$$s_d = 0,109 \quad " \quad "$$

$$t = 1,5 < t_g = 2,26$$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$$\mu = 0,340 \pm 0,077935 \text{ E/ml (Bücher)}$$

Vertrauensbereich der Streuung:

$$0,07957 \leq \sigma \leq 0,17985$$

=====

Tabelle VI (b)

AST in Na-Citrat-Plasma vor und nach zweistündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	0,0284E	0,0274E	- 0,001	0,000001
	27	25	- 2	4
	11	15	+ 4	16
	11	7	- 4	16
	6	7	+ 1	1
	27	12	- 15	225
	10	8	- 2	4
	52	42	- 10	100
	21	21	0	0
10)	<u>0,042</u>	<u>0,038</u>	<u>- 0,004</u>	<u>0,000016</u>
	<u>0,2354E</u>	<u>0,2024E</u>	<u>- 0,033</u>	<u>0,000383</u>

$$\bar{x}_1 = 0,235 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x}_2 = 0,202 \text{ " "}$$

Streuung:

$$s_d = 0,0525 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$t = 1,88 < t_{\alpha} = 2,00$$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$$\mu = 0,235 \pm 0,0375 \text{ E/ml (Bücher)}$$

Vertrauensbereich der Streuung:

$$0,038325 \leq s^2 \leq 0,086625$$

=====

Tabelle VI (7)

SDH im Serum vor und nach zweistündiger Belastung

1)	0,003ΔE	0,004ΔE	+	0,001	0,000001
	2	1	-	1	1
	5	3	-	2	4
	2	3	+	1	1
	6	5	-	1	1
	3	9	+	6	36
	8	3	-	5	25
	18	14	-	4	16
	6	4	-	2	4
10)	<u>0,014</u>	<u>0,015</u>	+	<u>0,001</u>	<u>0,000001</u>
	<u>0,067ΔE</u>	<u>0,061ΔE</u>	-	<u>0,006</u>	<u>0,000090</u>

$\bar{x}_1 = 0,067 \text{ E/ml (Bücher)}$

$\bar{x}_2 = 0,061 \quad " \quad "$

Streuung:

$s_d = 0,0309 \text{ E/ml (Bücher)}$

t - Test:

$t = 0,613, t_g = 2,26$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$\mu = 0,067 \pm 0,021 \text{ E/ml (Bücher)}$

Vertrauensbereich der Streuung:

$0,022557 \leq \sigma \leq 0,050985$

=====

Tabelle VI (8)

SDH im Heparin-Plasma vor und nach zweistündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
11	0,0032E	0,0022E	- 0,001	0,000001
	1	0	-	1
	5	3	-	4
	5	2	-	9
	8	5	-	9
	9	12	+	9
	10	2	-	64
	13	10	-	9
	3	4	+	1
101	<u>0,012</u>	<u>0,018</u>	<u>+ 0,006</u>	<u>0,000036</u>
	<u>0,0692E</u>	<u>0,0582E</u>	<u>- 0,011</u>	<u>0,000143</u>

$$\bar{x} = 0,069 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x} = 0,058$$

Streuung:

$$s_d = 0,0381 \text{ E/ml (Bücher)}$$

T - Test:

$$t = 0,912 < t_g = 2,26$$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$$\mu = 0,069 \pm 0,027 \text{ E/ml (Bücher)}$$

Vertrauensbereich der Streuung:

$$0,027813 \leq \sigma \leq 0,062865$$

=====

Tabelle VI (9)

SDH im Na-Citrat-Plasma vor und nach zweistündiger Belastung

	<u>Vorher</u>	<u>nachher</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	<u>0,0024E</u>	<u>0,0014E</u>	<u>- 0,001</u>	<u>0,000001</u>
	0	0	0	0
	2	1	-	1
	3	3		0
	3	2	-	1
	7	9	+	4
	11	2	-	9
	5	2	-	9
	7	4	-	9
10)	<u>0,009</u>	<u>0,007</u>	<u>- 0,002</u>	<u>0,000004</u>
	<u>0,0494E</u>	<u>0,0314E</u>	<u>- 0,018</u>	<u>0,000110</u>

$$\bar{x}_1 = 0,049 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x}_2 = 0,031 \text{ " "}$$

Streuung:

$$s_d = 0,0293 \text{ E/ml (Bücher)}$$

t - Test:

$$t = 1,94 < t_g = 2,26$$

Vertrauensbereich des Mittelwertes:

$$\mu = 0,049 \pm 0,0207 \text{ E/ml (Bücher)}$$

Vertrauensbereich der Streuung:

$$0,021389 \leq \sigma \leq 0,048345$$

=====

Tabelle VII (1)

GOT - Extinktionswerte vergleichend im Serum und Heparin-Plasma

	<u>Serum</u>	<u>Heparin-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	0,032 Δ E	0,025 Δ E	- 0,007	0,000049
	37	21	- 16	256
	25	35	+ 10	100
	29	28	- 1	1
	36	34	- 2	4
	29	23	- 6	36
	24	25	+ 1	1
	26	25	- 1	1
	27	15	- 12	144
10)	17	19	+ 2	4
	18	17	- 1	1
	22	15	- 7	49
	17	13	- 4	16
	42	39	- 3	9
	17	16	- 1	1
	14	14	0	0
	21	17	- 4	16
	18	16	- 2	4
	28	19	- 9	81
20)	26	24	- 2	4
	26	20	- 6	36
	21	21	0	0
	27	31	+ 4	16
	22	19	- 3	9
	77	73	- 4	16
	26	27	+ 1	1
	17	19	+ 2	4
	33	30	- 3	9
	29	30	+ 1	1
30)	32	35	+ 3	9
	23	24	+ 1	1
	21	25	+ 4	16
	32	33	+ 1	1
	<u>36ΔE</u>	<u>36ΔE</u>	<u>0</u>	<u>0</u>

Tabelle VII (1a)

GOT

	<u>Serum</u>	<u>Heparin-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>	
	0,0304E	0,0344E	+ 0,004	0,000016	
40)	6	12	+	6	36
	29	31	+	2	4
	24	33	+	9	81
	27	26	-	1	1
	20	22	+	2	4
	8	23	+	15	225
	17	20	+	3	9
	20	16	-	4	16
	37	36	-	1	1
	15	17	+	2	4
50)	16	18	+	2	4
	23	24	+	1	1
	16	18	+	2	4
	30	19	-	11	121
	28	30	+	2	4
	44	44		0	0
	30	30		0	0
	40	37	-	3	9
	26	26		0	0
	81	91	+	10	100
60)	35	33	-	2	4
	21	25	+	4	16
	32	29	-	3	9
	27	26	-	1	1
	33	38	+	5	25
	20	18	-	2	4
	20	21	+	1	1
	21	18	-	x3	9
	28	23	-	5	25
	22	18	-	4	16
29	34	+	5	25	
26	24	-	2	4	
15	12	-	3	9	
	<u>0,0214E</u>	<u>0,0154E</u>	<u>- 0,006</u>	<u>0,000036</u>	

Tabelle VII (1b)

GOT

	0,025ΔE	0,025ΔE	- 0,001	0,000001
	28	27	- 1	1
	23	22	- 1	1
	23	24	+ 1	1
	24	23	- 1	1
	20	21	+ 1	1
	28	32	+ 4	16
	26	31	+ 5	25
	18	15	- 3	9
	16	18	+ 2	4
80)	<u>0,032</u>	<u>0,026</u>	<u>- 0,006</u>	<u>0,000036</u>
	2,107ΔE	2,057ΔE	- 0,040	0,001816

Berechnung zu den Tabellen VII (1)

$$\bar{x}_1 = 0,0263 \Delta E_{10 \text{ min}}^{366} ; \quad \bar{x}_2 = 0,0257 \Delta E_{10 \text{ min}}^{366}$$

$$= 0,526 \text{ E/ml (Bücher)} ; \quad = 0,501 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\sum \text{Diff.} = -0,040 ; \quad \sum (\text{Diff.})^2 = 0,001816$$

$$\bar{d} = \frac{-40}{80} = -\frac{1}{2} ; \quad s_d^2 = \frac{1}{79} (0,001816 - \frac{0,0016}{80})$$

$$\begin{array}{l} (\text{Streuung}) = \\ \text{=====} \end{array} \quad \begin{array}{l} s_d = 0,00476 = 0,0954 \text{ E/ml (Bücher)} \\ \text{=====} \end{array}$$

$$\underline{t - \text{Test}} : t = \frac{0,5}{4,76} \times 8,94 = 0,939$$

$$\begin{array}{l} t = 0,939 < t_g = 2,00 \\ \text{=====} \end{array}$$

(kein Unterschied)

Tabelle VII (2)

GOT-Extinktionswerte vergleichend im Serum und Na-Citrat-Plasma

Die abgelesenen Plasma-Werte sind wegen der Verdünnung mit 1,25 zu multiplizieren.

	<u>Serum</u>	<u>Na-Citr.-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	0,032ΔE	0,020ΔE	- 0,01200	0,00014400
	3700	2250	- 1450	21025
	2500	4750	+ 2250	50625
	2900	3125	+ 225	506
	3600	2500	- 1100	12100
	2900	2750	- 150	225
	2400	2125	- 275	756
	2600	2000	- 600	3600
	2700	1875	- 825	6806
0)	1700	1375	- 325	1056
	1800	250	- 1550	24025
	2200	750	- 1450	21025
	1700	750	- 950	9025
	4200	2875	- 1325	17556
	1700	2625	+ 925	8556
	1400	1000	- 400	1600
	2100	2125	+ 25	6
	1800	1125	- 675	4556
	2800	2250	- 550	3025
0)	2600	2500	- 100	100
	2600	2125	- 575	3306
	2100	2625	+ 525	2756
	2700	4500	+ 1800	32400
	2200	2375	+ 175	306
	7700	8875	+ 1175	13806
	2600	3125	+ 525	2756
	1700	1750	+ 50	25
	3300	3625	+ 325	1056
	2900	4000	+ 1100	12100
0)	3200	3250	+ 050	25
	2300	1750	- 550	3025
	2100	2375	+ 275	756
	3200	4375	+ 1175	13806
	3600	6000	+ 2400	57600
	3000	2875	- 125	156
	600	600	0	0
	2900	2500	- 400	1600
	2400	1750	- 650	4225
	2700	2125	- 575	3306
0)	2000	2000	0	0
	800	2125	+ 1325	17556
	1700	1375	- 325	1056
	2000	1000	- 1000	10000
	3700	2875	- 825	6806
	1500	1250	- 250	625
	1600	1500	- 100	100
	2300	1875	- 425	1806
	1600	1500	- 100	100
	3000	2000	- 1000	10000
0)	<u>0,02800</u>	<u>0,02750</u>	<u>- 0,00050</u>	<u>0,00000025</u>

Tabella VII (2 a)

GOT

	<u>Serum</u>	<u>Na-Citr.-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
51)	0,04400 Δ E	0,04125 Δ E	- 0,00275	0,00000756
	3000	3750	+ 750	5625
	4000	3750	- 250	625
	2600	3375	+ 775	6006
	8100	9500	+ 1400	19600
	3500	3500	0	0
	2100	2125	+ 25	6
	3200	4125	925	8556
	2700	4250	+ 1550	24025
60)	3300	3750	+ 450	2025
	2000	1500	- 300	900
	2000	1625	- 375	1406
	2100	1750	- 350	1225
	2800	2250	- 550	3025
	2200	1500	- 700	4900
	2900	3125	+ 225	506
	2600	1750	- 825	7225
	1500	1625	+ 125	156
	2100	2250	+ 150	225
70)	2500	2375	- 125	156
	2800	2250	- 550	3025
	2300	2000	- 300	900
	2300	1875	- 425	1806
	2400	1625	- 775	6006
	2000	1875	- 125	156
	2800	2750	50	25
	2600	2500	- 100	100
	1800	1375	- 425	1806
	1600	1625	- 175	306
80)	<u>0,03200</u>	<u>0,02250</u>	<u>- 0,00950</u>	<u>0,00009025</u>
	<u>2,10700ΔE</u>	<u>2,03975ΔE</u>	<u>- 0,06875</u>	<u>0,00511760</u>

$$\bar{x}_1 = 0,5266 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x}_2 = 0,5098 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$s_d = 0,008 \Delta E = 0,16 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$t - \text{Test: } t = 0,96 < t_g = 2,00$$

Tabelle VII (3)

GPT - Extinktionswerte vergleichend im Serum und Heparin-Plasma

	<u>Serum</u>	<u>Heparin-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	0,066ΔE	0,064ΔE	- 0,002	0,000004
	50	37	- 13	169
	42	42	0	0
	299	265	- 34	1156
	147	181	+ 34	1156
	54	54	0	0
	39	46	+ 7	49
	68	66	- 2	4
	66	59	- 7	49
10)	52	32	- 20	400
	40	41	+ 1	1
	23	18	- 5	25
	13	5	- 8	64
	127	123	- 4	16
	31	26	- 5	25
	18	20	+ 2	4
	141	123	- 18	324
	25	22	- 3	9
	33	34	+ 1	1
20)	42	38	- 4	16
	107	100	- 7	49
	34	36	+ 2	4
	117	122	+ 5	25
	43	43	0	0
	89	70	- 19	361
	72	71	- 1	1
	40	56	+ 16	256
	278	291	+ 13	169
	90	84	- 6	36
30)	42	43	+ 1	1
	68	70	+ 2	4
	37	49	+ 12	144
	37	46	+ 9	81
	294	261	- 33	1089
	143	150	+ 7	n49
	8	25	+ 17	289
	82	62	- 20	400
	60	58	- 2	4
40)	45	50	+ 5	25
	52	60	+ 8	64
	34	43	+ 9	81
	22	17	- 5	25
	11	10	- 1	1
	119	127	+ 8	64
	26	24	- 2	4
	21	19	- 2	4
	112	112	0	0
50)	21	22	+ 1	1
	28	27	- 1	1

Tabelle VII (3 a)

GPT

	<u>Serum</u>	<u>Heparin-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
51)	0,042 ΔE	0,043 ΔE	+ 0,001	0,000001
	135	126	- 9	81
	34	38	+ 4	16
	144	138	- 6	36
	44	43	- 1	1
	88	96	+ 8	64
	88	90	+ 2	4
	42	44	+ 2	4
	296	286	- 10	100
	93	93	0	0
60)	51	57	+ 6	36
	50	54	+ 4	16
	52	51	- 1	1
	25	19	- 6	36
	21	18	- 3	9
	21	12	- 9	81
	51	44	- 7	49
	13	8	- 5	25
	54	57	+ 3	9
	32	29	- 3	9
70)	43	48	+ 5	25
	54	52	- 2	4
	49	45	- 4	16
	23	21	- 2	4
	18	9	- 9	81
	18	9	- 9	81
	14	10	- 4	16
	14	11	- 3	9
	56	51	- 5	25
	39	31	- 8	64
80)	<u>0,047</u>	<u>0,049</u>	<u>+ 0,002</u>	<u>0,000004</u>
	<u>5,259 ΔE</u>	<u>5,126 ΔE</u>	<u>- 0,133</u>	<u>0,007411</u>

$$\bar{x}_1 = 0,6573 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x}_2 = 0,6407 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{d} = -1,66 \quad s_d^2 = \frac{1}{79} (7411 - \frac{17689}{80}) = 91,01$$

$$s_d = 9,54$$

=====

$$t = \frac{1,66}{9,54} \times 8,94 = 1,55$$

$$t = 1,55 < t_g = 2,00$$

(kein signifik. Unterschied)

Tabelle VII (4)

GPT - Extinktionswerte vergleichend im Serum und Citrat-Plasma

Die abgelesenen Plasmawerte sind wegen der Verdünnung mit 1,25 zu multiplizieren.

	<u>Serum</u>	<u>Na-Citrat-Plasma</u>	<u>Diff</u>	<u>(Diff)²</u>
1)	0,066 ΔE	0,07250 ΔE	+ 0,00650	0,00004225
	50	5250	+ 250	625
	42	6375	+ 2175	47306
	299	33250	+ 3350	112225
	147	13500	- 1200	14400
	54	4250	- 1150	13225
	39	6000	+ 2100	44100
	68	5375	- 1425	20306
	66	8875	+ 2275	51756
10)	52	4000	- 1200	14400
	40	2750	- 1250	15625
	23	1125	- 1175	13806
	13	6259	- 675	4556
	127	8375	- 4325	187056
	31	2375	- 725	5256
	18	1250	- 550	3025
	141	8375	- 5725	327756
	25	1750	- 750	5625
	33	2125	- 1175	13806
20)	41	4500	+ 300	900
	107	7125	- 3575	127806
	34	3500	+ 100	100
	117	14000	+ 2300	52900
	43	4375	+ 75	56
	89	9750	+ 850	7225
	72	7750	+ 550	3025
	40	6000	+ 2000	40000
	278	28125	+ 325	1056
	90	9750	+ 750	5625
30)	42	4750	+ 550	3025
	68	7750	+ 950	9925
	37	5875	+ 2175	47306
	37	7125	+ 3425	117306
	294	34250	+ 4800	235225
	143	11625	- 2675	71555
	8	1500	+ 700	4900
	82	4625	- 3575	127806
	60	4750	- 1250	15625
	45	3375	- 1125	12656
40)	52	5000	- 200	400
	34	3625	+ 225	506
	22	1625	- 575	3306
	11	500	- 600	3600
	119	8750	- 3150	99225
	26	1750	- 850	7225
	21	1500	- 600	3600
	112	7000	- 4200	176400
	21	1750	- 450	2025
	28	2125	- 675	4556
50)	42	4125	- 75	56

Tabelle VII (4 a)

GPT

	<u>Serum</u>	<u>Citrat-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
51)	0,0135 Δ E	0,12000 Δ E	- 0,01500	0,00022500
	34	4250	+ 850	7225
	144	14700	+ 300	900
	44	4750	+ 350	1225
	88	10750	+ 1950	38025
	88	9250	+ 450	2025
	42	6500	+ 2300	52900
	296	26000	- 3600	129600
	93	9375	+ 75	56
60)	51	5625	+ 525	2756
	50	3500	- 1500	22500
	52	3375	- 1825	33306
	25	1375	- 1125	12656
	21	1375	- 725	5256
	21	750	- 1350	18225
	51	3375	- 1725	29756
	13	1250	- 50	25
	54	6500	+ 1100	12100
	32	2625	- 575	3306
70)	43	5250	+ 950	9025
	54	3375	- 2025	41006
	49	3125	- 1775	31396
	23	1875	- 425	1806
	18	875	- 925	8556
	18	875	- 925	8556
	14	1500	+ 100	100
	14	1000	- 400	1600
	56	5250	- 350	1225
	39	2625	- 1275	16256
	<u>0,0047</u>	<u>0,04750</u>	<u>+ 0,00050</u>	<u>0,00000025</u>
	<u>5,259 Δ E</u>	<u>4,98950 Δ E</u>	<u>- 0,27050</u>	<u>0,02596993</u>

$$\bar{x}_1 = 0,6573 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x}_2 = 0,6299 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{d} = - \frac{270,5}{80} = - 3,38 \quad s_d^2 = \frac{1}{79} (25970 - \frac{73170,25}{80})$$

$$= 317,156$$

$$s_d = 17,80$$

$$t = \frac{3,38}{17,8} \times 8,94 = 1,69$$

$$t = 1,69 < t_g = 2,00$$

(kein signif. Unterschied)

Tabelle VII (5)

SDH - Extinktionswerte vergleichend im Serum und Heparin-Plasma

	<u>Serum</u>	<u>Heparin-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	0,018 _Δ E	0,009 _Δ E	- 9	81
	25	18	- 7	49
	4	5	+ 1	1
	5	3	- 2	4
	26	13	- 13	169
	14	18	+ 4	16
	12	16	+ 4	16
	18	9	- 9	81
	7	4	- 3	9
10)	11	15	+ 4	16
	6	6	0	0
	41	28	- 13	169
	5	8	+ 3	9
	14	3	- 11	121
	3	4	+ 1	1
	3	2	- 1	1
	15	10	- 5	25
	4	7	+ 3	9
	3	3	0	0
20)	6	6	0	0
	9	11	+ 2	4
	8	7	- 1	1
	2	2	0	0
	5	7	+ 2	4
	14	18	+ 4	16
	2	5	+ 3	9
	6	4	- 2	4
	9	9	0	0
	5	7	+ 2	4
30)	5	6	+ 1	1
	4	7	+ 3	9
	21	16	- 5	25
	4	5	+ 1	1
	11	9	- 2	4
	21	14	- 7	49
	4	4	0	0
	7	9	+ 2	4
	14	7	- 7	49
	3	7	+ 4	16
40)	8	11	+ 3	9
	38	42	+ 4	16
	40	42	+ 2	4
	3	0	- 3	9
	11	9	- 2	4
	5	6	+ 1	1
	4	5	+ 1	1
	13	12	- 1	1
	4	2	- 2	4
	2	4	+ 2	4
50)	8	8	0	0

Tabelle VII (5 a)

SDH

	<u>Serum</u>	<u>Heparin-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
51)	0,012ΔE	0,010ΔE	- 2	4
	7	7	0	0
	2	4	+ 2	4
	4	4	0	0
	11	12	+ 1	1
	7	8	+ 1	1
	9	5	- 4	16
	11	8	- 3	9
	6	8	+ 2	4
60)	7	8	+ 1	1
	3	3	0	0
	2	1	- 1	1
	5	5	0	0
	2	5	+ 3	9
	6	8	+ 2	4
	3	9	+ 6	36
	8	10	+ 2	4
	18	13	- 5	25
	6	3	- 3	9
70)	14	12	- 2	4
	4	2	- 2	4
	1	0	- 1	1
	3	3	0	0
	3	2	- 1	1
	5	5	0	0
	9	12	+ 3	9
	3	2	- 1	1
	14	10	- 4	16
	4	4	0	0
80)	15	18	+ 3	9
	<u>0,734 ΔE</u>	<u>0,682 ΔE</u>	<u>- 48</u>	<u>1197</u>

$$\bar{x}_1 = 0,091 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x}_2 = 0,087 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{d} = -\frac{48}{80} = -0,6 \quad ; \quad s_d^2 = \frac{1}{79} (1197 - \frac{2304}{80})$$

$$= \frac{1168,2}{79} = 14,78$$

$$s_d = 3,84$$

$$t = \frac{0,6}{3,84} \times 8,94 = 1,39$$

$$t = 1,39 < t_g = 2,00$$

=====

Tabelle VII (6)

SDH - Extinktionswerte vergleichend im Serum und Citrat-Plasma

Die abgelesenen Plasmawerte sind wegen der Verdünnung mit 1,25 zu multiplizieren.

	<u>Serum</u>	<u>Citrat-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
1)	0,018ΔE	0,01000ΔE	- 0,00800	0,00006400
	25	750	- 1750	30625
	4	125	- 275	756
	5	250	- 250	625
	26	1125	- 1450	21756
	14	625	- 775	6006
	12	1250	+ 50	25
	18	1000	- 800	6400
	7	625	- 75	56
10)	11	1125	+ 25	6
	6	750	+ 150	225
	41	1500	- 2600	67600
	5	500	0	0
	14	1000	- 400	1600
	3	750	- 450	2025
	3	625	+ 325	1056
	15	875	- 625	3906
	4	625	+ 225	506
20)	3	375	+ 75	56
	6	500	- 100	100
	9	1125	+ 225	506
	8	875	+ 75	56
	2	500	+ 300	900
	5	375	- 125	156
	14	1750	+ 350	1225
	2	500	+ 300	900
	6	375	- 225	506
	9	500	- 400	1600
	5	625	+ 125	156
30)	5	250	- 250	625
	4	750	+ 350	1225
	21	1000	- 1100	12100
	4	250	- 150	225
	11	500	- 600	3600
	21	750	- 1350	24025
	4	750	+ 350	1225
	7	625	- 75	56
	14	750	- 650	4225
	3	500	+ 200	400
40)	8	500	- 300	900
	38	2875	- 925	8556
	40	3125	- 875	9506
	3	250	- 50	25
	11	375	- 725	5256
	5	250	- 250	625
	4	250	- 150	225
	13	750	- 550	3025
	4	250	- 150	225
	2	375	+ 175	306
50)	8	500	- 300	900

Tabelle VII (6 a)

SDH

	<u>Serum</u>	<u>Citrat-Plasma</u>	<u>Diff.</u>	<u>(Diff.)²</u>
51)	0,012ΔE	0,00875ΔE	-0,00325	0,00001056
	7	875	+ 175	306
	2	225	+ 25	6
	4	625	+ 225	506
	11	2000	+ 900	8100
	7	250	- 450	2025
	9	625	- 275	756
	11	750	- 350	1225
	6	750	+ 150	225
60)	7	625	- 75	56
	3	250	- 50	25
	2	0	- 200	400
	5	250	- 250	625
	2	375	+ 175	306
	6	375	- 225	506
	3	875	+ 575	3306
	8	1375	+ 575	3306
	18	875	- 925	8556
	6	625	+ 25	6
70)	14	1125	- 275	756
	4	125	- 275	756
	1	0	- 100	100
	3	125	- 175	306
	3	375	+ 75	56
	5	250	- 250	625
	9	1125	+ 225	506
	3	250	- 50	25
	14	500	- 900	8100
	4	250	- 150	225
80)	15	875	- 625	3906
	<u>0,734ΔE</u>	<u>0,55225ΔE</u>	<u>-0,18175</u>	<u>0,00279657</u>

$$\bar{x}_1 = 0,09175 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\bar{x}_2 = 0,07 \text{ E/ml (Bücher)}$$

$$\begin{aligned} \bar{d} &= \frac{-181,75}{80} = -2,27 ; s_d^2 = \frac{1}{79} (2796,57 - \frac{33033,06}{80}) \\ &= 30,17 \\ s_d &= 5,49 \\ &===== \end{aligned}$$

$$t = \frac{2,27}{5,49} \times 8,94 = 3,69$$

$$t = 3,69 > t_g = 2,00$$

(Unterschied)

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. L. Felix Müller dafür danken, daß ich die Untersuchungen in der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der Freien Universität Berlin durchführen durfte.

Gleichermaßen danke ich Frau Prof. Dr. E. Lettow für die Überlassung des Themas und die mir gewährte freundliche Unterstützung bei der Fertigstellung der Arbeit.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Dipl.Kaufmann H. Weiss für die Anleitung bei der statistischen Auswertung der Meßergebnisse.

Den medizinisch-technischen Assistentinnen der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der Freien Universität Berlin sei ebenfalls gedankt.

Am 14. Juni 1936 wurde ich als einziges Kind des Bauern Friedrich Schulze/Lüderitz und seiner Frau Luise geb. Arndt in Stendal/Altmark geboren. Meine Kindheit und die ersten Grundschuljahre erlebte ich auf dem elterlichen Hof in Lüderitz. 1946 wurde ich in die Comenius-Schule zu Stendal umgeschult, 1950 trat ich in die Winckelmann-Oberschule über, die ich vorerst nur bis 1952 besuchte. Der Arbeitskräftemangel in der väterlichen Wirtschaft zwang mich, die Schule nach der 10. Klasse zu verlassen. Nun arbeitete ich in der Landwirtschaft und besuchte die Berufsschule. Nachdem, trotz meiner Hilfe, unser Betrieb 1953 schuldenfrei in die Verwaltung des Rates des Kreises übergegangen war, besuchte ich die Winckelmann-Schule weiter und bestand 1955 das Abitur. 1956 legte ich die Ergänzungsprüfung des Senators für Volksbildung an der Fichteberg-Schule in Berlin-Steglitz ab und nahm das Maschinenbau-Studium auf. 1958 wechselte ich zur Veterinärmedizin über und bestand am 4. Mai 1964 die Tierärztliche Prüfung.

Meine Praktikantenzeit absolvierte ich an der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der Freien Universität Berlin und an der Klinik für Klauentierkrankheiten und Geburtshilfe der Freien Universität Berlin.

Meine Bestallung als Tierarzt wurde mir mit der Geltung vom 7. November 1964 erteilt. Seither helfe ich einem Kollegen in der Praxis und vertrete verschiedene Kollegen in der Urlaubszeit.

